

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-271797

(43)Date of publication of application : 08.10.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1347

G02F 1/1339

(21)Application number : 11-020832

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 28.01.1999

(72)Inventor : TOMBLING GRAIG  
ROBINSON MICHAEL GERAINT  
MOLSEN HENNING

(30)Priority

Priority number : 98 9801788

Priority date : 29.01.1998

Priority country : GB

98 9801789

29.01.1998

GB

98 9801795

29.01.1998

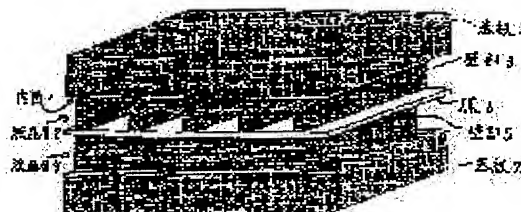
GB

(54) LIQUID CRYSTAL DEVICE AND MANUFACTURE OF THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device having two or more liquid crystal layers separated by a properly supported film, and a method for easily manufacturing this.

SOLUTION: This liquid crystal device is provided with a first substrate 1, second substrate 2 spaced apart from the first substrate for normalizing an area including at least one liquid crystal material with the first substrate, at least one film 6 provided between the first substrate and the second substrate for dividing the area into at least two liquid crystal layers 8 and 9, plural first spacers for forming a spacing between the first substrate 1 and the film 6, and plural second spacers for forming an interval between the second substrate 2 and the film.



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]The 1st substrate and the 2nd substrate that vacated an interval and was formed from

this 1st substrate characterized by comprising the following.

The 2nd substrate that specifies a field containing at least one liquid crystal material between this 1st substrate.

A film which is at least one film provided between this 1st board and this 2nd board, and divides this field into at least two liquid crystal layers.

Two or more 1st spacers for which an interval of this 1st board and this film is vacated.

Two or more 2nd spacers for which an interval of this 2nd board and this film is vacated.

[Claim 2] Said two or more 1st spacers are the 1st wall of the 1st lot that has fixed height substantially, Said two or more 2nd spacers are the 2nd wall of the 2nd lot that has fixed height substantially, The liquid crystal device according to claim 1 whose angle predetermined [ this ] said at least one film is held between this 1st wall and this 2nd wall, a longitudinal direction of at least a part of this 2nd wall makes an angle a longitudinal direction of at least a part of this 1st wall, and predetermined, and crosses, and is not 0 times substantially.

[Claim 3] The liquid crystal device according to claim 2 with said 1st height substantially equal to said 2nd height.

[Claim 4] Said predetermined angle is the liquid crystal device according to claim 2 or 3 equal to 90 degrees substantially.

[Claim 5] Said 1st wall is the parallel liquid crystal device according to any one of claims 2 to 4 mutually substantially.

[Claim 6] The liquid crystal device according to claim 5 with which said 1st wall is substantially established at an equal interval.

[Claim 7] The liquid crystal device according to claim 6 with this 1st pitch substantially equal to a product with the 1st larger integer to a longitudinal direction of this 1st wall in which that [ said / 1st ] can vacate an interval in the 1st pitch substantially including rectangular pixel arrangement further than a pitch and zero of a pixel.

[Claim 8] Said 2nd wall is a liquid crystal device given [ parallel ] in claims 2-7 mutually substantially.

[Claim 9] The liquid crystal device according to claim 8 with which said 2nd wall vacates an equal interval substantially, and is established.

[Claim 10] The liquid crystal device according to claim 9 substantially equal to a product of a pitch of a pixel with this 2nd pitch vertical to a longitudinal direction of this 2nd wall in which said 2nd wall can vacate an interval in the 2nd pitch substantially including rectangular pixel arrangement further, and the 1st larger integer than zero.

[Claim 11] The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 10 with which the 1st and 2nd walls contain polyimide.

[Claim 12] It is provided so that said two or more 1st and 2nd spacers may make an adjusted pair which was divided into a film, When the sum of height of these 1st and 2nd spacers of each set is substantially equal and measures height of each spacer vertically substantially to the inner surface of these 1st and 2nd boards, The liquid crystal device according to claim 1 with which at least one height in this 1st spacer differs from at least one height of others of this 1st spacer.

[Claim 13] or [ that said 1st spacer is attached to said 1st substrate ] -- or the liquid crystal device according to claim 12 unified.

[Claim 14] or [ that said 1st spacer is attached to said 1st film ] -- or the liquid crystal device according to claim 12 unified.

[Claim 15] or [ that said 2nd spacer is attached to said 2nd substrate ] -- or the liquid crystal device according to any one of claims 12 to 14 unified.

[Claim 16] or [ that said 2nd spacer is attached to said 1st film ] -- or the liquid crystal device according to any one of claims 12 to 14 unified.

[Claim 17] Said 1st substrate has the 1st and 2nd groups, and said 2nd spacer has the 3rd and 4th groups, Height of a spacer of each class is substantially equal, and height of the 1st spacer of the 1st group is larger than height of the 1st spacer of the 2nd group, The liquid crystal device according to any one of claims 12 to 16 with height of the 2nd spacer of the 3rd group larger than height of the 2nd spacer of the 4th group, and a difference of height of the 1st spacer between the 1st group and the 2nd group substantially equal to a difference of height of the 2nd spacer between the 3rd group and the 4th group.

[Claim 18] The liquid crystal device according to claim 17 with which height of the 1st spacer of

the 1st group differs from height of the 2nd spacer of the 3rd group.

[Claim 19]The liquid crystal device according to claim 18 with which said 1st and 2nd spacers include a wall of one \*\*\*\*\*.

[Claim 20]Height of the length direction of each of said wall is the fixed liquid crystal device according to claim 19 substantially.

[Claim 21]Said wall is the parallel liquid crystal device according to claim 19 or 20 substantially.

[Claim 22]The liquid crystal device according to claim 21 with which said wall has been arranged at equal intervals.

[Claim 23]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 22 with which said at least one film has conductivity in the vertical direction substantially [ membrane surface ], and said 1st and 2nd substrates include the 1st and 2nd address configurations (addressing arrangement), respectively.

[Claim 24]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 22 with which said at least one film has insulation, and said 1st and 2nd substrates include the 1st and 2nd address configurations, respectively.

[Claim 25]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 22 with which the surface of said at least one film has conductivity, and counters each of said 1st and 2nd substrates including active-matrix address configurations.

[Claim 26]The surface of said at least one film or at least one film has the 1st piece of a conductor, A liquid crystal device given in either of claim 1 to 22 and 25 in which are faced with each of said 1st and 2nd substrates, and each of these 1st and 2nd substrates has the 2nd piece of a conductor that intersects perpendicularly with the 1st piece of a conductor substantially.

[Claim 27]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 26 with which at least one of the liquid crystal layers includes ferroelectric liquid crystal material.

[Claim 28]the 1st and 2nd liquid crystal layers contain the 1st and 2nd KORESU tic liquid crystals, respectively -- this -- a helical pitch of the 1st KORESU tic liquid crystal -- this -- the 2nd KORESU tic liquid crystal and the liquid crystal device according to any one of claims 1 to 26 which is for opposite although it is substantially equal.

[Claim 29]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 26 with which at least one of said the liquid crystal layers contains a bistability liquid crystal.

[Claim 30]A liquid crystal device given in either of claim 1 to 26 and 29 in which at least one of said the liquid crystal layers contains a switching liquid crystal within a flat surface.

[Claim 31]The liquid crystal device according to any one of claims 1 to 30 formed so that said at least one film might change light which passes it.

[Claim 32]The liquid crystal device according to claim 31 in which said at least one film is a polarizing plate.

[Claim 33]A liquid crystal device given in either of claim 31 or 32 in which said at least one film is birefringence.

[Claim 34]Said at least one film is the active liquid crystal device according to any one of claims 31 to 33 optically.

[Claim 35]or [ that at least 1 set in a group of said 1st and 2nd walls is fixed to at least one of the 1st and 2nd substrates ] -- or the liquid crystal device according to any one of claims 1 to 34 unified.

[Claim 36]or [ that said at least one film is fixed to at least 1 set in a group of the 1st and 2nd walls ] -- or the liquid crystal device according to any one of claims 1 to 35 unified.

[Claim 37]A manufacturing method of a liquid crystal device including a process of arranging at least one film between the 1st substrate and the 2nd substrate, and forming at least two caves, and a process of using a liquid crystal material for each cave, injecting capillary action into it, and forming at least two liquid crystal layers.

[Claim 38]A manufacturing method of the liquid crystal device according to claim 37 with which a liquid crystal material is injected into said each cave in a vacuum in said liquid crystal layer formation process.

[Claim 39]A manufacturing method of a liquid crystal device given in either of claim 34 or 35 by which a liquid crystal material is substantially injected simultaneously into said cave in said liquid crystal layer formation process.

[Claim 40]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 39 with which a liquid crystal material of the same density is substantially injected into said

cave in said liquid crystal layer formation process.

[Claim 41]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 40 said whose at least one film is one film and in which said at least two liquid crystal layers are two liquid crystal layers.

[Claim 42]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 41 which contains a compound which one liquid crystal material of said liquid crystal layer can polymerize, or can construct a bridge, and includes a process of a bridge being polymerized or constructed over a predetermined field of a liquid crystal material of at least one liquid crystal layer, and forming a support after said liquid crystal layer formation process.

[Claim 43]A manufacturing method of the liquid crystal device according to claim 42 with which it is a compound which said compound can polymerize with radiation or can construct a bridge, and said support formation process includes a polymerization or bridge construction by radiation irradiation.

[Claim 44]A manufacturing method of the liquid crystal device according to claim 43 in which said radiation is ultraviolet rays.

[Claim 45]A manufacturing method of a manufacturing method of a liquid crystal device given in either of claim 43 or 44 to which said radiation irradiation is performed via a mask which specifies a predetermined field.

[Claim 46]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 45 with which said at least one film has insulation, and said 1st and 2nd substrates include the 1st and 2nd address configurations, respectively.

[Claim 47]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 45 with which the surface of said at least one film has conductivity, and counters each of said 1st and 2nd substrates including active-matrix address configurations.

[Claim 48]The surface of said at least one film or at least one film has the 1st piece of a conductor, A manufacturing method of a liquid crystal device given in either of claim 37 to 45 and 47 in which are faced with each of said 1st and 2nd substrates, and each of these 1st and 2nd substrates has the 2nd piece of a conductor that intersects perpendicularly with the 1st piece of a conductor substantially.

[Claim 49]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 48 with which at least one of the liquid crystal layers includes ferroelectric liquid crystal material.

[Claim 50]the 1st and 2nd liquid crystal layers contain the 1st and 2nd KORESU tic liquid crystals, respectively -- this -- a helical pitch of the 1st KORESU tic liquid crystal -- this -- the 2nd KORESU tic liquid crystal and a manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 48 which is for opposite although it is substantially equal.

[Claim 51]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 48 with which at least one of said the liquid crystal layers contains a bistability liquid crystal.

[Claim 52]A manufacturing method of a liquid crystal device given in either of claim 37 to 48 and 51 in which at least one of said the liquid crystal layers contains a switching liquid crystal within a flat surface.

[Claim 53]A manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 37 to 52 formed so that said at least one film might change light which passes it.

[Claim 54]A manufacturing method of the liquid crystal device according to claim 53 in which said at least one film is a polarizing plate.

[Claim 55]A manufacturing method of a liquid crystal device given in either of claim 53 or 54 in which said at least one film is birefringence.

[Claim 56]Said at least one film is an active manufacturing method of the liquid crystal device according to any one of claims 53 to 55 optically.

[Claim 57]A liquid crystal device manufactured by a method according to any one of claims 37 to 56.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a schematic diagram of the liquid crystal device which constitutes an embodiment with this invention.

[Drawing 2] It is an outline top view showing the layout of the wall of the device of drawing 1.

[Drawing 3] They are a series of sectional views showing the method for producing the device of drawing 1.

[Drawing 4] They are a series of sectional views showing the option for producing the device of drawing 1.

[Drawing 5] It is a figure showing the method for producing the device shown in drawing 1, and (a) shows an assembly process and (b) shows a partitioning process.

[Drawing 6] It is a schematic diagram showing other liquid crystal device composition of an embodiment with this invention.

[Drawing 7] It is a figure showing the section of two films used in the device of drawing 1 or drawing 9.

[Drawing 8] It is a sectional view of the liquid crystal device produced in accordance with the method by a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 9] It is a sectional view of the device produced in accordance with other methods by a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 10] It is an outline sectional view of the liquid crystal device produced in accordance with the method by a 2nd embodiment of this invention using a cholesteric liquid crystal material.

[Drawing 11] It is a schematic diagram showing the liquid crystal device of a certain composition by a 3rd embodiment of this invention.

[Drawing 12] It is a schematic diagram by a 3rd embodiment of this invention showing the liquid crystal device of the 2nd composition.

[Drawing 13] It is a sectional view by a 3rd embodiment of this invention showing the liquid crystal device of the 3rd composition.

[Drawing 14] It is a sectional view by a 3rd embodiment of this invention showing the liquid crystal device of the 4th composition.

[Drawing 15] It is a sectional view by a 3rd embodiment of this invention showing the liquid crystal device of the 5th composition.

[Drawing 16] It is a sectional view by a 3rd embodiment of this invention showing the liquid crystal device of the 6th composition.

[Drawing 17] (a) - (g) is a sectional view in the method of manufacturing the substrate for the device of the type shown in drawing 13, drawing 14, etc. according [ for example, ] to this invention showing a different stage.

[Drawing 18](a) - (g) is a sectional view in the method of manufacturing the substrate for the device of the type shown in drawing 13, drawing 14, etc. according [ for example, ] to this invention showing a different stage.

[Drawing 19]Drawing 19 is a figure showing the equivalent circuit which two pixels of the device by this invention simplified about a certain type of film.

[Drawing 20]Drawing 20 is a figure showing the equivalent circuit which two pixels of the device by this invention simplified about a certain type of film.

[Drawing 21]Drawing 21 is a figure showing the equivalent circuit which two pixels of the device by this invention simplified about a certain type of film.

[Description of Notations]

1 and 2 Substrate

3 and 5 Wall

4 Inner surface

6 Film

7 Intersection

8 and 9 Liquid crystal layer

10 Polyimide

11 and 12 Photoresist

13 and 15 Etched polyimide and polyimide cylindrical part

14 Metal

17 and 18 Adhesives

25 Rib-like film

26 Wall

27 Liquid crystal layer

31 and 32 Substrate

33 Film

34 and 35 -- the film suspension produced beforehand

36 and 38 Electrode

37 and 39 Orientation layer

40 and 41 Liquid crystal (+ prepolymer)

42 Film support

45 Black paint

46 Ambient light

48 Ultraviolet radiation

49 Ultraviolet mask

51 and 54 Substrate

57 Film

60, 62, 64, 66, and 68 Electrode

61, 63, 65, and 67 Orientation layer

70 and 72 Picture element electrode

73 and 75 Resin

74 and 76 Mask

101 and 102 Pixel

120, 121, and 122 Capacity

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a liquid crystal device and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]US 3 886 The method for creating a multilayer liquid crystal cell to No. 014 is indicated. By a spacer particle, some glass substrates separate, and are provided by each, then the whole is heated, and a pressure is applied. Next, in an end, it receives mutually, a glass substrate is fixed, and it leaves the suitable opening for filling up the gap with a liquid crystal material.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in order to use a comparatively thick glass substrate between liquid crystal layers, this type of device will be influenced by the azimuth difference effect, and a use will be limited.

[0004]US 4 878 No. 741 is indicating the multilayer liquid crystal color display with which the liquid crystal material was confined into the globular form cell. A cell layer is deposited on a substrate and the electrode to repeat and the further closure liquid crystal layer are provided by turns in order on this. However, such a display is limited to the liquid crystal system which may function with the closed gestalt.

[0005]US 5 392 No. 141 is indicating the art which produces a multilayer liquid crystal device. The liquid crystal cell contains the stack of epoxy overlay produced by carrying out the spin coat of a sacrifice layer and the epoxy overlay by turns. The sacrifice layer contains the spacer for remaining, even after a sacrifice layer is removed, and supporting epoxy. The support for supporting an insulating layer is provided. However, since such art is comparatively complicated and expensive, it is not commercially effective. what is established for an electrode in an interlayer -- difficulty -- or it is impossible.

[0006]US 4 659 No. 182 is indicating the multilayer liquid crystal display in which the intermediate substrate was provided between outside substrates. The intermediate substrate has the electrode structure for carrying out an address to the pixel of a display. The difficulty of supporting an intermediate substrate is indicated. The solution proposed is using additional adhesives for the outside of liquid crystal bulk.

[0007]US 5 015 No. 074 is indicating the two-layer liquid crystal display from which the liquid crystal layer was separated into both sides with the separating wall which has an address electrode. When the separating wall is supported by meandering walls from each substrate, respectively, each class is morphologically divided into two volume containing a different liquid crystal material. In order for a display to provide normal color operation, it is the exact position \*\*\*\*\* necessity for meandering walls. Meandering walls must fully be closed to the separating wall and the substrate, in order to prevent mixing of a different liquid crystal material.

[0008]"A Liquid-Crystal/Polymer Optical Device Formed by Holography for Reflective Colour Display Applications", Tanaka et al., The multilayer liquid crystal structure which used polymer dispersion liquid Akira for Eurodisplay 93 Digest PDLC-2 and the 109 - 111st page is indicated.



The structure stack-ized vertically is formed by forming the flat surface of the microscope level which a liquid crystal and polymer repeat by turns by polymerization-ization of ultraviolet-rays interference, a polymer precursor, and a liquid crystal mixture. The device obtained operates as a switchable multilayer mirror stack.

[0009]Capability to manufacture the product which includes use of a multilayer liquid crystal device is desired. For example, US 4556 No. 286 and US 4 487 No. 480, US 4 384 No. 763 and EP 0 431 No. 716 and US 4 581 No. 608, EP0 209 No. 439 and EP 0370 No. 773 and US 4 712 No. 877, the European patent application 95306983.No. 8 and "Novel Multicolour LCD without a Colour Filter", Sato et al., and proc SID vol33 (3) -- the example of such [ the 183 - 186th page ] a product is indicated. However, generally these indications do not provide sufficient art or the commercial art for providing or supporting an intermediate substrate, fully abolishing the azimuth difference effect.

[0010]Therefore, the purpose of this invention is to provide providing the multilayer liquid crystal device which is not influenced by the azimuth difference effect, and a simple manufacturing method for the same by separating a liquid crystal layer by the film supported appropriately.

[0011]

[Means for Solving the Problem]The 2nd substrate that specifies a field which according to the 1st aspect of affairs of this invention are the 1st substrate and the 2nd substrate that vacated an interval and was formed from this 1st substrate, and includes at least one liquid crystal material between this 1st board, A film which is at least one film provided between this 1st board and this 2nd board, and divides this field into at least two liquid crystal layers, A liquid crystal device containing two or more 1st spacers for which an interval of this 1st board and this film is vacated, and two or more 2nd spacers for which an interval of this 2nd board and this film is vacated is provided, and, thereby, the above-mentioned purpose is attained.

[0012]Said two or more 1st spacers are the 1st wall of the 1st lot that has fixed height substantially, Said two or more 2nd spacers are the 2nd wall of the 2nd lot that has fixed height substantially, Said at least one film is held between this 1st wall and this 2nd wall, and a longitudinal direction of at least a part of this 2nd wall may make an angle a longitudinal direction of at least a part of this 1st wall, and predetermined, and may cross. At this time, an angle predetermined [ this ] is not 0 times substantially.

[0013]Said 1st height may be substantially [ as said 2nd height ] equal. Said predetermined angle may be substantially equal to 90 degrees.

[0014]Said 1st wall of each other may be substantially established at an equal interval in parallel.

[0015]Substantially, including rectangular pixel arrangement further, that [ said / 1st ] can vacate an interval in the 1st pitch, and this 1st pitch may be substantially [ as product with 1st larger integer than pitch and zero of pixel ] equal to a longitudinal direction of this 1st wall.

[0016]Substantially, mutually, said 2nd wall vacates an equal interval substantially, and may be established in parallel.

[0017]Substantially, including rectangular pixel arrangement further, said 2nd wall can vacate an interval in the 2nd pitch, and this 2nd pitch may be substantially [ as a product of a pitch of a pixel vertical to a longitudinal direction of this 2nd wall, and the 1st larger integer than zero ] equal. The 1st and 2nd walls may contain polyimide.

[0018]According to other aspects of affairs of this invention, said liquid crystal device, It is provided so that said two or more 1st and 2nd spacers may make an adjusted pair which was divided into a film, When the sum of height of these 1st and 2nd spacers of each set is substantially equal and measures height of each spacer vertically substantially to the inner surface of these 1st and 2nd boards, At least one height in this 1st spacer is different composition from at least one height of others of this 1st spacer, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0019]or [ that said 1st spacer is attached to the 1st substrate of an account, or said 1st film ] -- or it may be unified. or [ that similarly said 2nd spacer is attached to the 2nd substrate of an account, or said 1st film ] -- or it may be unified.

[0020]Said 1st substrate has the 1st and 2nd groups, and said 2nd spacer has the 3rd and 4th



groups, Height of a spacer of each class is substantially equal, and height of the 1st spacer of the 1st group is larger than height of the 1st spacer of the 2nd group, Height of the 2nd spacer of the 3rd group may be larger than height of the 2nd spacer of the 4th group, and a difference of height of the 1st spacer between the 1st group and the 2nd group may be substantially [ as a difference of height of the 2nd spacer between the 3rd group and the 4th group ] equal. Height of the 1st spacer of the 1st group may differ from height of the 2nd spacer of the 3rd group. At this time, said 1st and 2nd spacers may include a wall of one \*\*\*\*\*.

[0021] Height of the length direction of each of said wall is substantially constant, and is obtained. Said wall is substantially parallel, and is acquired, and may be arranged at equal intervals.

[0022] Said at least one film has conductivity in the vertical direction substantially [ membrane surface ], and said 1st and 2nd substrates may also include the 1st and 2nd address configurations (addressing arrangement), respectively.

[0023] Said at least one film has insulation, and said 1st and 2nd substrates may also include the 1st and 2nd address configurations, respectively.

[0024] The surface of said at least one film has conductivity, and may counter each of said 1st and 2nd substrates including active-matrix address configurations.

[0025] The surface of said at least one film or at least one film may have the 1st piece of a conductor, and may be faced with each of said 1st and 2nd substrates, and each of these 1st and 2nd substrates may have the 2nd piece of a conductor that intersects perpendicularly with the 1st piece of a conductor substantially.

[0026] At least one of the liquid crystal layers may include ferroelectric liquid crystal material.

[0027] the 1st and 2nd liquid crystal layers contain the 1st and 2nd KORESU tic liquid crystals, respectively -- this -- a helical pitch of the 1st KORESU tic liquid crystal -- this -- it may be for opposite although it is substantially [ as the 2nd KORESU tic liquid crystal ] equal.

[0028] At least one of said the liquid crystal layers may also contain a bistability liquid crystal. At least one of said the liquid crystal layers may also contain a switching liquid crystal within a flat surface.

[0029] It may be provided so that said at least one film may change light which passes it, and it may be a polarizing plate. The film may be birefringence and may be optically active.

[0030] or [ that at least 1 set in a group of said 1st and 2nd walls is fixed to at least one of the 1st and 2nd substrates ] -- or it may be unified. or [ that said at least one film is fixed to at least 1 set in a group of the 1st and 2nd walls ] -- or it may be unified.

[0031] a process of according to another aspect of affairs of this invention arranging at least one film between the 1st substrate and the 2nd substrate, and forming at least two caves -- and, A manufacturing method of a liquid crystal device including a process of using capillary action for each cave, injecting a liquid crystal material into it, and forming at least two liquid crystal layers is provided, and, thereby, the above-mentioned purpose is attained.

[0032] In said liquid crystal layer formation process, a liquid crystal material may be injected into said each cave in a vacuum. A liquid crystal material is preferably injected into said cave simultaneously substantially in that case. In the process, a liquid crystal material of the same density may be substantially injected into said cave.

[0033] Said at least one film may be one film, and said at least two liquid crystal layers may be two liquid crystal layers.

[0034] A compound which one liquid crystal material of said liquid crystal layer can polymerize, or can construct a bridge is included, and a process of a bridge being polymerized or constructed over a predetermined field of a liquid crystal material of at least one liquid crystal layer, and forming a support after said liquid crystal layer formation process may be included. In that case, it is a compound which said compound can polymerize with radiation or can construct a bridge, and said support formation process may include a polymerization or bridge construction by radiation irradiation. Radiation may be ultraviolet rays. Said radiation irradiation may be performed via a mask which specifies a predetermined field.

[0035] Said at least one film has insulation, and said 1st and 2nd substrates may also include the 1st and 2nd address configurations, respectively.

[0036]The surface of said at least one film has conductivity, and may counter each of said 1st and 2nd substrates including active-matrix address configurations.

[0037]The surface of said at least one film or at least one film may have the 1st piece of a conductor, and may be faced with each of said 1st and 2nd substrates, and each of these 1st and 2nd substrates may have the 2nd piece of a conductor that intersects perpendicularly with the 1st piece of a conductor substantially.

[0038]At least one of the liquid crystal layers may include ferroelectric liquid crystal material.

[0039]the 1st and 2nd liquid crystal layers contain the 1st and 2nd KORESU tic liquid crystals, respectively -- this -- a helical pitch of the 1st KORESU tic liquid crystal -- this -- it may be for opposite although it is substantially [ as the 2nd KORESU tic liquid crystal ] equal.

[0040]At least one of said the liquid crystal layers may contain a bistability liquid crystal.

[0041]At least one of said the liquid crystal layers may be provided so that said at least one film which may contain a switching liquid crystal within a flat surface may change light which passes it, and it may be a polarizing plate. The film may be birefringence and may be optically active.

[0042]According to this invention, a liquid crystal device manufactured by an above-mentioned method is also provided.

[0043]An operation of this invention is explained below. It is possible to provide a device which has at least two liquid crystal layers separated by a film supported appropriately. each film -- an intersection of a wall -- "stop" \*\*\*\* -- it may be supported by things. There is no position \*\*\*\*\* necessity in accuracy higher than accuracy demanded in a liquid crystal device with a standard substrate. A film may be dramatically thin, for example, thickness about a micron may be sufficient as it. Thus, viewing-angle restrictions by a problem of azimuth difference which accompanies carrying out the stack of the pixel-ized cell which consists of the conventional single liquid crystal layer decrease substantially. If a film covers a whole surface product also to which substrate, when not being provided in parallel, it is possible to provide an address of analog intermediate color, for example in bistability liquid crystal systems, such as a strong dielectric liquid crystal material. Switching threshold voltage changes in order to be dependent on cell thickness. It is because each cell may have an inclined plane.

[0044]A film does not need to be substantially separated from a substrate symmetrically and may be [ on an average ] closer to a direction of a substrate of another side than one substrate. Therefore, the address of the switching characteristic of a pixel located in membranous both sides may be carried out by electrode which impresses an electric field so that it may differ, for example, a pixel may become in-series effectually to both such pixels.

[0045]Another advantage of this composition is bringing about stability in strong dielectric liquid crystal orientation sensitive to a shock for example. Therefore, such a device becomes stronger to damage [ more flexible and ] by a mechanical shock.

[0046]Such art can be applied to a liquid crystal system by which many differ. In an example, with a guest host coloring matter liquid crystal material etc., a layer may be made into a color and a color liquid crystal display may be provided. In another example, it is substantially good as for twice to a single liquid crystal layer device in reflectance by reflecting both circular light according to the direction of a whorl for opposite of a liquid crystal material using a cholesteric liquid crystal material. Or the wavelength range of catoptric light may be extended by using a cholesteric liquid crystal material which has a different helical pitch.

[0047]It is more possible to provide a multilayer [ which has the improved efficiency ] binary phase hologram than being obtained using a monolayer spatial-light-modulation machine. In image processing, it is parallel between two stuck layers, and the capability to let information pass provides an advantage. furthermore -- switching within a flat surface (for example, ferroelectric liquid crystal material and the electro clinic (electroclinic) effect.) Since a switching contrast ratio in single liquid crystal layers, such as switching within the flexo electric (flexoelectric) effect and a nematic flat surface, is only increased, a multilayer liquid crystal structure may be used.

[0048]In the case of a layer using bistability or a 3 stable liquid crystal, an electrooptics target is used, and intermediate color capability can be provided or extended.

[0049]A method for producing a liquid crystal device by this invention is comparatively simple,

and each film ensures separating from the 1st or 2nd substrate correctly. Before filling up a cavity with a liquid crystal material, it is unnecessary to provide the supporting structure to a film. A film is because a right location is automatically taken when it fills up with a liquid crystal material. A cavity is filled up with a mixture of a liquid crystal material which is the same or is different by capillarity in part at least, and when a film is in a right location in a liquid crystal cell, it is made for capillary pressure concerning membranous both sides to become equal. A membranous actual position is influenced with a specific parameter (for example, density) of a liquid crystal material used. It is possible to change these parameters so that a film may take a desired position, for example, the halfway point of the 1st substrate and the 2nd substrate.

[0050]After membranous physical support fills up a cavity with a liquid crystal material in necessity or a desirable use, a membranous position may be fixed by forming a base material.

[0051]or [ for example, / using a mask suitable after restoration of a cavity after restoration of a cavity in the case of a liquid crystal mixture which can carry out / \*\*\*\* /-izing by exposure to ultraviolet rays ] -- or UV irradiation may be performed to a device using converging ultraviolet radiation lines, such as laser. A base material like polymer formed by this by separation from a uniform solution in a cavity, for example, a gestalt of a support, is obtained. Therefore, simple and cheap art for exact position \*\*\*\*\* being substantially [ base material / in a different layer ] possible, and producing a powerful device physical more physically is provided.

[0052]

[Embodiment of the Invention]Below, this invention is further explained about an illustration embodiment with reference to an attached drawing. In a drawing, the same reference mark points out the same component.

[0053](Embodiment 1) The liquid crystal device shown in drawing 1 has the 1st substrate 1 and 2nd substrate 2. Each substrate is a composite board containing various layers, such as an orientation layer and address configurations, substantially. The substrate 1 has two or more walls 3 prolonged toward the inside of a device from the inner surface 4 of the substrate 1. The wall 3 can consist of polyimide and is substantially prolonged vertically to the inner surface 4. A wall has the same fixed height, it is mutually parallel and the interval is vacated equally substantially.

[0054]The wall 5 is formed on the substrate 2. The wall 5 can consist of polyimide, is substantially prolonged vertically to the inner surface of the substrate 2, and has fixed height, it is mutually parallel and the interval is vacated equally substantially. Alignment of the substrates 1 and 2 is carried out so that the major axis direction of the walls 3 and 5 may receive mutually and may extend vertically substantially.

[0055]The film 6 is located among the walls 3 and 4, and is supported by being stopped by the crossing portion of the walls 3 and 5. The film 6 follows and is fully supported over the whole device. The film 6 divides a cell into two layers, and two layers are filled up with the liquid crystal of the same type or a different type. Typically, a film has about 30 – the thickness of 1 micron of abbreviation. In the case of the film which has a thickness of about 30 microns, a film may be semi-rigidity, for example, can consist of glass. In the case of the film which has the thickness near the minimum of a mentioned range, a film may be formed from flexible polymer (for example, polyethylene terephthalate known as a miler (registered trademark) currently sold from Dupont).

[0056]Drawing 2 shows the wall 3 which the substrate 1 supports, and the intersection 7 between 5 which the substrate 2 supports. Since it has height same [ the wall on each substrate ], and fixed, as for the film 6, in the intersection 7, a film is fully supported over the whole region grasping or by being stopped. Thus, a powerful device is provided comparatively physically and it has a resistance force to a mechanical shock and a pressure also by the comparatively thin film 6.

[0057]Since the walls 3 and 5 have the same height as shown in drawing 1, the liquid crystal layers 8 and 9 have the same thickness. However, the liquid crystal layer of different thickness may be provided by changing the height of the walls 3 and 5.

[0058]A liquid crystal device may be a pixel-ized display which has a regular rectangle array of a pixel. A pixel detaches only a fixed normal pitch and horizontal pitch, and is provided, and the walls 3 and 5 detach only the same pitch (distance between walls), or its integral multiple, and are provided. Therefore, the walls 3 and 5 can avoid that the opening of a device hides by

carrying out alignment so that a gap may exist between the adjoining pixels. In the case of a passive-matrix address, the intersection 7 is naturally located in the angle of a pixel. In the case of the active-matrix address provided with one or the two active matrix substrates 1 and 2, it is necessary to perform alignment during manufacture so that the intersection 7 may come to the angle which is a pixel.

[0059]The film 6 may be insulation or conductivity, or may have conductivity in the direction of z like the after-mentioned. Or on the film 6, an address means to collaborate with the substrate 1 and the address means on two may be formed. each of a liquid crystal layer is dependent on the specific address configurations which are design-required and are provided -- an active address -- or a passive address may be carried out.

[0060]The address configurations provided on the substrate 1 and 2 may be types which same-type or are different. For example, both both [ one side or ] may be the passive-matrix types which have a parallel stripe like electrode. Or address configurations may be the active matrix types provided with each transistor for controlling switching of each pixel. The substrate in the case of an active matrix substrate may be a glass substrate and a thin film transistor (TFT) type, or a silicon large-scale integration (LSI) type. According to a design demand of a specific use, a light filter and a black mask may be provided in both both [ one side or ] 1 and 2.

[0061]The method for producing the substrates 1 and 2 is shown in drawing 3. According to the design demand of the liquid crystal mode of an adjoining liquid crystal layer (for example, is it an active matrix substrate or is a passive-matrix board?), the substrate 1 or 2 is prepared first. The fully hardened film is formed by forming on a substrate the layer 10 of polyimide, such as PI2555 currently sold, for example by spin coating, and imide-izing it from Dupont. Next, the layer 10 is coated with the photoresist 11, such as S1818 currently sold from Shipley Chemicals, UV irradiation is performed via the suitable stripe shape photo mask for this, and negatives are developed by the conventional method. The piece of photoresist development for carrying out the mask of the polyimide layer 10 located downward in an oxygen plasma etching process by this is left behind. The polyimide hardened according to such an oxygen plasma etching process is etched, and a required cylindrical portion or the walls 3 and 5 are formed.

[0062]Next, a substrate and the completed wall remain by removing the photoresist which remains after being consumed by the etching process.

[0063]In the case of the pixel-ized device which has a pixel array of rectangular shape substantially, it is constituted so that the walls 3 and 5 may be located in the gap between pixels. Therefore, the pitch of a wall may be substantially made equal at a picture element pitch or its integral multiple. For example, although typical pitches are about 80 – the range of 500 microns of abbreviation, about a very large or very small device, it may be the outside of this range substantially. While comparatively good vision characteristics are provided without needing at all the additional element for in the case of the very thin film 6 which has a thin liquid crystal layer and a narrow cylindrical part abolishing an azimuth difference problem or decreasing azimuth difference, it is possible to make pixel size small even to 20 microns. While a wall may have thickness as small as 1 micron, theoretically, the limit of maximum thickness does not exist but is chiefly determined by the optical demand of a device. The height of a wall is determined by liquid crystal mode and is about 1 – the range of 20 microns of abbreviation typically.

[0064]Drawing 4 shows the production technology as the exception method for providing a middle masking layer between polyimide and photoresist which were hardened in the two-layer lithography technology. After forming the polyimide layer 10 hardened on the substrates 1 and 2 as mentioned above, the middle masking layer 14 which consists of metal (graphic display) or glass is formed on the hardened polyimide layer 10. Subsequently, the photoresist 12, such as S1805 currently sold from Shipley Chemicals, is deposited on the interlayer 14. Subsequent down stream processing is substantially [ as an above-mentioned process ] the same. The interlayer 14 is equal to etching in oxygen plasma, provides the capability to generate a higher wall, and as a result of making it possible to realize the etching pattern of high resolution more, he can generate a narrower wall. This cannot be attained depending on use of the comparatively thin photoresist layer in the method shown in drawing 3. Because, an oxygen etching process is for removing photoresist simultaneously with polyimide.

[0065] Other materials can also be used although the walls 3 and 5 shall consist of polyimide. Such other materials For example, cyclotene currently sold from Dow Chemicals (registered trademark), It is the glass by which chemical vacuum deposition was carried out, such as spin one glass currently sold from Allied Signal, such as Accuglass (registered trademark),  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , and  $\text{SiO}_2$ .

[0066] After the process of the method shown in drawing 3 and 4, if required, the substrates 1 and 2 will be coated with an orientation layer. For example, this may contain a homeotropic orientation layer or polyimide films (for example, PI2555 currently sold from Dupont) suitable for a rubbing orientation process. Or in order to provide an orientation layer, a substrate face may be made to carry out vacuum evaporation of the silicon monooxide film angles other than a right angle.

[0067] For example, by next assembling the substrate and wall which are formed by an above-mentioned method with the film 6, a device is formed, and a liquid crystal material is filled up with and closed to this. As shown in drawing 5 (a), one substrate is temporarily mounted on the base 16. Next, after carrying out round spreading of the adhesives 18 at the circumference of a substrate, the film 6 is supported in the film frame 17. Subsequently, the substrate of another side is placed on a film so that alignment may be carried out to the 1st substrate and the wall on two substrates may intersect perpendicularly and cross. By applying adhesives to the suitable position on both the boards 1 and 2, the sandwich structure of a substrate-adhesives-film-adhesives-board is locally formed in several fields. Without applying the power of an unnecessary transverse direction, where the film 6 is held by the frame 17 in a prescribed position, a device is assembled firmly. The adhesives 18 and 19 leave the suitable opening for being filled up with the suitable liquid crystal material for a layer, and form a seal in a part of circumferences of a device. Since the layer specified by the walls 3 and 5 is stripe shape, at least one end of each class must be fully opening-kept carried out. Next, adhesives are hardened, for example with ultraviolet rays or heat.

[0068] Especially, as mentioned above, in the case of a active-matrix address, alignment of the substrates 1 and 2 needs to be carried out so that the intersection 7 of a wall may come to the angle which is a pixel. Since standard cell assembly machinery has required alignment capability, it is used with the zipper assembly shown in drawing 5 (a), and can make sufficient alignment and assembly possible.

[0069] Although each display can be formed using the assembly process shown in drawing 5 (a), by dividing behind using this assembly process to what is called a master substrate, a bigger pixel array than those [ one or more ] may be formed, and a stage-like end (step edge) may be formed in an array. This is shown in drawing 5 (b). A device [ finishing / an assembly ] is divided into two by dividing the glass substrates 1 and 2 along the line shown by an arrow. By removing partial piece 1' of the substrate 1, a stage-like end remains in two obtained devices. Thereby, the electrode (not shown) on the substrate 2 is exposed to external connection. Flap 6' is left behind to each division end after cutting of the film 6, and it becomes possible to be filled up with material which is different if required for two liquid crystal layers.

[0070] Since it ensures becoming as the thickness of a device is prescribed by the walls 3 and 4, the assembly of a device can be performed under a vacuum or within a pressure rig. Manufacture of a device is completed by closing the end opening which remains after being filled up with a required liquid crystal material.

[0071] In the embodiment which has a flexible film, the possibility of the sag in a device is prevented by stretching the film 6 tightly in the frame 17 between assemblies. However, in order to prevent introduction of the bad controllable birefringence which can be placed when a film is extended, generally extension of the film 6 should be avoided. The further support of the film 6 is provided by the capillary force in a liquid crystal material.

[0072] In one address configurations of the device shown in drawing 1, by providing the stripe like electrode prolonged perpendicularly mutually on the substrate 1 and 2 prescribes the passive-matrix address configurations which act on both liquid crystal layers simultaneously. When a pixel is specified by the intersection or overlapped range on the substrate 1 and 2, into two liquid

crystal layers, each pixel address configurations perform an address to the pixel of a position \*\*\*\*\* couple. A pixel may be provided with a different switching threshold by having the height which may contain the liquid crystal which has a threshold from which each class differs or from which the walls 3 and 5 differ in order to make the independent address of two pixels possible.

[0073] In such passive address configurations, the film 6 may be insulation electrically. In this case, a pair of (it is indicated as the pixel 1 and the pixel 2) two adjoining equivalent circuits of the picture element pair by which the stack was carried out vertically are shown in drawing 19. About each picture element pair, an upper liquid crystal layer acts as the capacity 120 approximately, a lower liquid crystal layer acts as the capacity 121 approximately in a similar manner, and the film 6 which separates both layers also acts as the capacity 122. Thus, the insulating film 6 carries out capacitive coupling of the two pixels in each alignment pair or a stack-sized pair, and, in the case of voltage dependence bistability liquid crystals, such as a ferroelectric liquid crystal (FLC) or an antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), makes the independent address of two layers possible.

[0074] When active-matrix address configurations are provided on the substrates 1 and 2, as shown in drawing 20, the film 6 may be given conductivity by coating one side or both sides, using a conductive thing. It enables this to provide the independent address of the pixel in two layers. When giving conductivity by coating a film, it may be made to have conductivity in a specific field by patterning coating by arbitrary suitable art.

[0075] Drawing 21 shows another example of composition in which passive-matrix address electrode composition was provided on the substrate 1 and 2. In this case, the film 6 is perpendicularly formed to the direction of z, i.e., the surface, with the material which makes electrical conduction possible. In drawing 21, non-conducting in the plane direction of the film 6 is expressed with the resistance  $R_{xy}$ . As for such composition, an address is made independent without the loss of the voltage or the electric field accompanying the capacity 122 of an insulating film by the pixel of two layers possible by single device address composition.

[0076] The single active address composition for carrying out the address of the two layers simultaneously is provided, and one side of the substrates 1 and 2 is an active matrix substrate, and it may be made for another side to provide common electrode connection. In this case, the film 6 may be insulation as shown in drawing 19, or as shown in drawing 21, it may be conductivity at the direction of z.

[0077] As mentioned above, suitable liquid crystal orientation may be provided by extending the film 6. However, this is possible only when the film which generally is not coated is used. Desired liquid crystal orientation may be provided by coating and carrying out rubbing treatment of the orientation material to a film as an exception method. For example, a film may be coated so that a homeotropic orientation may be provided.

[0078] The film 6 may be constituted also so that the specific optical characteristic which a device requires may be provided. For example, a film may be constituted so that the retardation of light, birefringence, or polarization may be provided.

[0079] A passive address can also be performed to each liquid crystal layer by providing address electrode composition suitable on one side of the film 6, or both sides. For example, by performing conductive coating by a material publicly known as Baytron (registered trademark) currently sold at least to one side of the film 6 from Bayer AG, A conductive layer as shown in drawing 20 may be provided, or a passive address may be provided by suitable patterning of a conductive layer.

[0080] A film is substantially separated from a substrate equally and may be located more closely [ the direction of the substrate of another side ] than one substrate. Therefore, an address may be performed to these pixels by impressing an electric field from an electrode ranging over both pixels so that the switching characteristic of the pixel on membranous both sides may be changed, for example, a pixel may become in-series effectually.

[0081] as mentioned above — in the portion which was joined to the walls 4 and 5 over the whole, and pasted up the film 6 effectually in \*\*\*\*\* and its end, and was pinched by the intersection 7 of the walls 3 and 5 — maintenance — or it is stopped. However, the walls 3 and



5 may be joined to the film 6. For example, when the walls 3 and 5 are formed from Cyclotene (registered trademark) currently sold from Dow Chemicals, The walls 3 and 5 may be joined to the film 6 by performing the soft cure (soft cure) by temperature up after the assembly of a device (for example, it is shown in drawing 5 (a) like). The end face where the walls 3 and 5 counter may be coated with ultraviolet curing nature adhesives by coating a sacrificial substrate with the thin layer of adhesives, for example, contacting the end face of the walls 3 and 5, and placing this substrate as an exception method. A sacrificial substrate is removed and the walls 3 and 5 are fixed to the film 6 after the assembly of a cell using UV irradiation.

[0082]Drawing 6 shows another liquid crystal device which has the substrates 1 and 2, the walls 3 and 5, the film 6, and the liquid crystal layers 8 and 9 as mentioned above with reference to drawing 1. However, the device shown in drawing 9 differs from what is shown in drawing 1 in the point of having the additional film 25 made into the shape of a rib so that the wall 26 might be provided. The rib-like film 25 is formed between the wall 5 and the film 6, and when the wall 26 separates the film 6 and the film 25, it forms the 3rd liquid crystal layer 27.

[0083]The wall 26 is oriented so that the major axis direction may intersect perpendicularly to the major axis direction of the walls 3 and 5. Therefore, the film 6 is stopped by the intersection between the wall 3 and the wall 26, and the film 25 is stopped by the intersection between the wall 5 and the wall 26. Therefore, both films 6 and 25 are supported good as mentioned above, and the three-layer device which has a strong structure comparatively physically is provided.

[0084]The rib-like film 25 may be formed from arbitrary materials, such as polyimide, as the wall 3 was explained. The wall 26 may be formed by the above photolithography technology. Or the wall 26 may be formed also of mechanical art, such as performing embossing on the film 25.

[0085]Drawing 7 shows the sectional view of the rib-like film 25 in which the wall 26 was formed only in one side shown in drawing 6. Such a film may be used instead of one side of the groups of the film 6 shown in drawing 1, and the walls 3 and 5. Drawing 7 also shows rib-like film 25' provided in both sides in the walls 26 and 26' by embossing etc. as mentioned above again. It indicates that it is parallel in the walls 26 and 26', and each wall 26' to which each wall 26 corresponds is countered. Such composition can be used in the device of drawing 6 (it replaces by wall 26' instead of the wall 5). However, in order to make still better support of double-sided rib-like film 25', in the assembled device, film 25' is stopped by orienting wall 26' with a rectangular cross to the wall 26 preferably.

[0086]When it is more convenient to form a wall not on a substrate but on a film, the one side film 25 and double-sided film 25' may be used instead of the walls 3 and 5 of the device shown in drawing 7, the films 6 and 25, and the wall 26. Similarly, in drawing 1, double-sided film 25' may be used instead of the walls 3 and 5 and the film 6.

[0087]Theoretically, arbitrary numbers of liquid crystal layers can be provided by providing the group of a suitable number of films, and a suitable number of walls. Although it is not indispensable, as mentioned above about film 25' which it has, for example in the parallel walls 26 and 26', it is preferred the angle whose major axis direction of the wall on both sides of each film is not zero, and to cross at 90 degrees substantially preferably. Thereby, in the intersection of the wall on the both sides, a strong structure is appropriately provided with a film physically immobilization or by stopping.

[0088](Embodiment 2) The liquid crystal device shown in drawing 8 has the upper side board 31 and the lower substrate 32 which consist of glass etc., for example. On the upper side board 31, the electrode 38 and the orientation layer 39 are formed, respectively on the electrode 36, the orientation layer 37, and the lower substrate 32. With the flexible film 33 (for example, film of the 1-micron thickness of polyester, such as polyethylene terephthalate known as a miler (registered trademark) currently sold from DuPont). The cell is divided into the bottom layer containing the upper layer containing the liquid crystal material 40, and the liquid crystal material 41. Or the film 33 may be formed from the glass made thin enough so that it might become so flexible that restoration by capillary action is enabled like the after-mentioned. The end of the film 33 is supported by the end supporting bodies 34 and 35 which are the gestalten of the film suspension produced beforehand. In order to make it possible to fill up a layer with a liquid crystal material, a filling hole may be established in the base materials 34 and 35.



[0089]In order to manufacture the device shown in drawing 8, the substrates 31 and 32 are formed by conventional technology so that active or passive-matrix address configurations, and a light filter may be included, for example. The frame of the polymerization nature materials (polyamide or epoxy) which have predetermined height (for example, 1-20 microns) is deposited using standard deposition art, such as photo lithography and screen-stencil. Material is deposited near the part in which the seal by the suspensions 34 and 35 on each substrate is formed. The frame has an opening for making it possible to fill up a panel with a liquid crystal material after final assembly. Next, it enables it to bear the pressure in a next assembly stage by hardening polymerization nature material selectively at least using an elevated temperature and/or UV irradiation.

[0090]One substrates (substrate 31 etc.) are mounted vertically and the film 33 is extended over a substrate (stretch). Subsequently, the 2nd substrate is installed so that a film may be contacted, both the frames of the substrates 31 and 32 lap, and the film 33 is fixed between them.

[0091]Next, the outer seal of a device is formed by hardening so that adhesives may be opened along with a frame and an airtight barrier may be formed on membranous both sides. Next, a device is filled up with a liquid crystal under a vacuum (a panel is put perpendicularly preferably). It fills up with two layers simultaneously. A filling hole is closed next.

[0092]In the use as which the robustness (robustness) of a high level of a liquid crystal device is not required, support of the film 33 is fully provided by the end supporting body of the liquid crystal layers 40 and 41 and the films 34 and 35. However, when more nearly physically strong membranous support is required, this can be attained as follows.

[0093]As shown in the parenthesis of drawing 1, the liquid crystal layers 40 and 41 in this embodiment contain the prepolymer dissolved into the liquid crystal material. The examples of a suitable prepolymer are acrylate and CHIOREN. For example, the prepolymer may contain the hexyl acrylate or 4,4'-screw acryloyl biphenyl currently sold from Aldrich Co. Although a prepolymer occupies five to 10 mass percent of a liquid crystal / prepolymer mixture preferably, it depends for a actual rate on density, size, and the polymer characteristic after the below-mentioned phase separation. A mixture contains further photopolymerization initiators, such as the benzoin methyl ether etc. which are sold from Aldrich Co. (the amount percent of duplexes of a mixture).

[0094]A device receives the exposure of the ultraviolet rays 48 via the mask 49, after being assembled as mentioned above. The position, size, and shape of the opening which the mask 49 has determine the position, size, and shape of the base material in the layer 40 and 41. Or it may irradiate with a device with the beam which converged. When a prepolymer polymerizes in the exposed field, phase separation happens into the layer 40 and 41. Thus, the base material of the film 33 is formed as two or more pairs to which the position in the layer 40 and 41 was equal.

[0095]The structure acquired is shown in drawing 9. In order that ultraviolet rays may go substantially the inside of the liquid crystal layer 40 and 41 straight on, a position gathers as correctly [ each supporting post in the layer 40 ] as the corresponding supporting post in the layer 41. The array of such a support 42 covers the whole device, and is formed in the field etc. which are not used for the display of an image, for example. Thus, by supporting the film 33 over the whole device, the resistance to mechanical stress, such as vibration and a pressure, increases.

[0096]Although drawing 9 shows the base material of the gestalt of the support 42, the base material of arbitrary suitable shape and size may be formed. For example, a base material may be a gestalt of a wall or the Masakata field, and it is preferably located in the fields (for example, while being a pixel etc.) which are not demanded that it is active in a device.

[0097]In the example of a changed completely type of the manufacturing method of such a device, a frame is provided only in one side of a standard substrate. And the film 33 is pinched between this substrate and the planar substrate of another side, and it is filled up with a cavity by capillary action as mentioned above.

[0098]In another modification of this method, the thin layer (for example, less than 1 micron in thickness) of adhesives, such as NOA65 currently sold from Norland Optical Adhesive Co. of

Newbrunswick and New Jersey after formation of the frame on each substrate, It deposits from a transfer glass sheet. The remaining process is as above-mentioned.

[0099]Drawing 10 shows the possible use of the device produced by the above-mentioned method. This device is a passive address type and the electrode 36 constitutes the transparent column electrode (it consists of an indium stannic acid ghost (ITO) etc.). The electrode 38 constitutes the ITO line electrode similarly. The liquid crystal material of the layer 40 consists of a clockwise cholesteric liquid crystal material, and the liquid crystal material of the layer 41 consists of a counterclockwise cholesteric liquid crystal material. Although the liquid crystal material of the layers 40 and 41 has the same helical pitch, it is a circumference of the contrary. The layer of the black paint 45 is formed in the bottom of the substrate 32.

[0100]An example of a suitable liquid crystal material is BL037 currently sold from Merck UK Ltd. The layers 40 and 41 are formed by adding an R-1,1'-binaphthyl 2,2'-screw (4'-pentyl-4-biphenyl ester) and an S-1,1'-binaphthyl 2,2'-screw (4'-pentyl-4-biphenyl ester) 3.7% of the weight, respectively. Such a mixture reflects green light, when it is in reflection conditions.

[0101]The passive-matrix address electrodes 36 and 38 specify the picture element pair of position \*\*\*\*\* plurality between the substrates 31 and 32. Each picture element pair may be controlled by a dark condition or bright state. In a dark condition, a picture element pair makes the black paint 45 penetrate the ambient light 46, and light is absorbed thoroughly substantially here. In bright state, the upper part pixel and bottom pixel of each set in the layer 40 and 41 reflect right-handed-rotation circular light and left-handed-rotation circular light (shown as 47) in the same wavelength band region, respectively. Therefore, without using an absorption filter, a device may be constituted so that a comparatively bright reflective color display may be provided.

[0102]Various address configurations may be provided in a device. For example, the film 33 may be insulation electrically as in the embodiment shown in drawing 3, and the address of the picture element pair in the liquid crystal layer 40 and 41 is carried out in series using the address configurations on the substrate 31 and 32 in this case. In another composition, conductivity is given by applying an ITO layer to at least one field of the film 37, for example. Active-matrix address configurations are provided in both both [ one side or ] 31 and 32, and each conductive layer on the film 33 provides a common electrode to this. Or the piece of conductive electrodes is provided in one side or both sides of the film 37, and these pieces of conductive electrodes collaborate with the electrode piece on the substrate 31 and/or 32 which intersects perpendicularly, and form the passive-matrix address configurations for a liquid crystal layer in the meantime. It may be made to contain the material which provides liquid crystal orientation by providing one or more orientation layers for liquid crystal layers in the film 33, or being extended. For example, a homeotropic orientation may be provided by coating the film 33.

[0103]Although the fundamental device which constitutes the embodiment of this invention in drawing 8 - 10 was shown, these drawings do not show the other components which may be needed in many uses of a device. For example, in many uses of these devices, existence of one or more light polarizers is needed. Generally in a color display, a light filter is needed. Such a component may be included in the inside of the multilayer liquid crystal "cell" shown in drawing 8 - 10, or may be provided outside.

[0104]The equivalent circuit of two adjoining pixels (it is indicated as the pixel 101 and the pixel 102) in the case of the passive address configurations of as [ whose film 33 is insulation electrically ] is shown in drawing 19. Like the case of (Embodiment 1), the liquid crystal layer of the upper part and the bottom acts as the capacity 120 and 121 approximately, and the film 33 which separates both layers also acts as the capacity 122. Thus, the insulating film 33 carries out capacitive coupling of the two pixels in each set, and, in the case of voltage dependence bistability liquid crystals, such as a ferroelectric liquid crystal (FLC) or an antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), makes the independent address of two layers possible.

[0105]When active-matrix address configurations are provided on the substrates 31 and 32, as shown in drawing 20, the film 33 like (Embodiment 1). [ whether a conductive thing is used and ] Or conductivity may be given by coating one side or both sides with the material containing the poly thiophene derivative publicly known as Baytron (registered trademark) currently sold, for

example from Bayer AG. It enables this to provide the independent address of the pixel in two layers.

[0106] Drawing 21 shows another example of composition in which passive-matrix address electrode composition was provided on the substrate 31 and 32. The film 33 is perpendicularly formed to the direction of z, i.e., the surface, like (Embodiment 1) with the material which makes electrical conduction possible. In drawing 21, non-conducting in the plane direction of the film 33 is expressed with the resistance  $R_{xy}$ . As for such composition, an address is made independent without the loss of the voltage or the electric field accompanying the capacity 122 of an insulating film by the pixel of two layers possible by single device address composition.

[0107] The single active-matrix address configurations for carrying out the address of the two layers simultaneously are provided, and one side of the substrates 31 and 32 is an active matrix substrate, and it may be made for another side to provide common electrode connection. In this case, the film 33 may be insulation as shown in drawing 19, or as shown in drawing 21, it may be conductivity at the direction of z.

[0108] The film 33 may be constituted so that the specific optical characteristic may be provided. For example, the film 33 may be constituted so that the retardation of light, birefringence, or polarization may be provided.

[0109] The liquid crystal material of the layers 40 and 41 may have the characteristic which makes it possible to locate the film 33 in the mid-position of the substrates 31 and 32, or the characteristic which makes it possible to be closely located in the direction of one substrate. For example, this can be attained by changing the density of the liquid crystal material of two layers.

[0110] Although restoration to the layer of a liquid crystal material shall be performed under a vacuum in the above-mentioned explanation, restoration may be purely performed by capillary force. For example, each frame formed during manufacture may have one or more openings which enable only restoration by capillary force.

[0111] (Embodiment 3) The liquid crystal device shown in drawing 11 has the standard substrate 51 formed, for example with glass. On inner surface 51' of the substrate 51, various layers (not shown), such as an electrode for passive-matrix address configurations or active-matrix address configurations (after-mentioned), are provided. The orientation layer is provided on these various layers. The wall provided in two or more parallel and regular intervals is prolonged from inner surface 51' of the composite board. A wall is constituted as two groups which have different height, and it is constituted so that more highly [ the wall (for example, wall 52) of the 1st group ] than the wall (for example, wall 53) of the 2nd group. With height, it has measured to inner surface 51' of a substrate here.

[0112] The further standard substrate 54 that is the same type as the substrate 51 and is obtained is formed in the opposite hand of the liquid crystal device. The orientation layer (not shown) is provided in address configurations and arbitration suitable on the substrate 54. 2 sets of walls (the 3rd group and 4th group) are prolonged from the inner surface of the composite board, and it is constituted so that the wall (for example, wall 55) of the 3rd group may be the same height as the wall 52 and the wall (for example, wall 56) of the 4th group may be the same height as the wall 53.

[0113] The thin film 57 is held between the ends which the walls 52 and 53 on the 1st substrate 51 and the walls 56 and 55 of the 2nd substrate 54 counter. A film may include the polyester thin film (for example, polyethylene terephthalate system) of for example, 1-micrometer thickness. There is Hostaphan (registered trademark) currently sold as an example of such a material from the miler (registered trademark) currently sold from Dupont or Hoechst. Or the film 57 may be glass. The film 57 is divided into two layers (liquid crystal layers LC1 and LC2) with which the capacity between the substrates 51 and 54 was filled up into the liquid crystal material. The liquid crystal material of the two layers LC1 and LC2 may be a type which is different even if it is the same type according to the use of a liquid crystal device. The walls 52 and 53 and since the height of the walls 55 and 56 differs similarly, the liquid crystal layers LC1 and LC2 have the thickness which is not constant. By using this for example, with a bistability liquid crystal material, the analog address of intermediate color can be made possible.

[0114] The film 57 may be insulation electrically. In this case, using the address configurations on

the substrate 51 and 54, it is in-series and the address of the pixel in liquid crystal layer LC1 and LC2 can be carried out. In another composition, conductivity is given to at least one field of the film 57 by providing an indium stannic acid ghost (ITO) layer. Active-matrix address configurations are provided in both both [ one side or ] 51 and 54, and it is good also considering at least one conductive layer on the film 57 as the common electrode. Or when strip conductive electrodes are provided in one side or both sides of the film 57 and these electrodes collaborate with the substrate 51 and/or the strip electrode of the direction crossing at a right angle on 54, passive-matrix address configurations may be formed. One or more orientation layers for a liquid crystal layer may be provided in the film 57. Such composition is mentioned later in more detail. [0115]The device shown in drawing 12 has the wall 52 higher than the wall 55, and differs from what is shown in drawing 11 in the point that the wall 53 is higher than the wall 56. It is required to make the sum of the height of the wall 53 and the height of the wall 55 equal to the sum of the height of the wall 52 and the height of the wall 56 so that the end face of a wall may contact and the film 57 may be supported like the embodiment shown in drawing 11. In this case, upper part liquid crystal layer LC1 has larger average thickness than bottom liquid crystal layer LC2. The film 57 is insulation electrically, and this composition may be used when the address of the pixel in [ layer LC1 and LC2 ] two is carried out in series by the address configurations on the substrate 51 and 54. When pixel thickness differs, \*\* will become possible if the address of the pixel in [ layer LC1 and LC2 ] two is carried out mutually-independent. The switching threshold voltage of each class may be changed in a liquid crystal system for which a threshold depends on cell thickness nonlinear especially.

[0116]In the device of the type shown in drawing 11, drawing 13 shows the device which provided the passive address configurations for carrying out the address of the pixel of the liquid crystal layers LC1 and LC2 in series. The strip electrode 60 (the longitudinal direction is prolonged on the flat surface of a drawing) is formed in the substrate 51. The electrode 60 is covered by the orientation layer 61. Similarly, the strip electrode 62 (it has extended in direction crossing at a right angle to the flat surface of a drawing) is formed in the substrate 54. The electrode 62 is covered by the orientation layer 63.

[0117]The film 57 is insulation electrically and achieves the duty which separates the liquid crystal layers LC1 and LC2. However, the liquid-crystal-orientation characteristic can be given to the film 57 by coating with the stretching treatment or the suitable orientation layer (not shown) under manufacture, for example.

[0118]In the device shown in drawing 13, the address of the pixel which carries out "perpendicular direction" contiguity in layer LC1 and LC2 is carried out by the same overlapped range of the strip electrodes 60 and 62. These pixels follow and may be switched that it is together or independently depending on the characteristic of the liquid crystal material used.

[0119]Drawing 14 shows the device which makes it possible to carry out the address of the pixel in two layers mutually-independent by using passive-matrix address configurations. On the substrate 51 and 54, the same composition of the strip electrodes 60 and 62 and the orientation layers 61 and 63 is provided. However, on the film 57, the electrode configuration which collaborates with the electrodes 60 and 12 is provided. On the upper surface of the film 57, the strip electrode 64 prolonged in direction crossing at a right angle to the flat surface of a drawing is formed. The electrode 64 is covered with the orientation layer 65. Similarly, on the undersurface of the film 57, the strip electrode 66 prolonged in parallel to the flat surface of a drawing is formed. The electrode 66 is covered with the orientation layer 67.

[0120]The pixel in liquid crystal layer LC1 and LC2 receives mutually in this way, orientation is carried out independently and the address of it is carried out independently.

[0121]In the point in which an address is carried out by active-matrix address configurations with a common pixel in both liquid crystal layer LC1 and LC2, the device shown in drawing 15 differs from what was shown in drawing 13. On the substrate 51, the flat electrode 68 covered with the orientation layer 61 is formed, and the substrate 54 constitutes the standard thin film transistor (TFT) board. Each pixel is controlled by the thin film transistor 69 connected to the picture element electrode 70, the column address electrode, and the line address electrode (not shown). Thus, the adjoining pixel in [ liquid crystal layer LC1 and LC2 ] two can share the

common address electrode 70, and may be controlled that it is together or independently depending on the character of the liquid crystal material of the layers LC1 and LC2.

[0122]In the point that two independent active-matrix address configurations for making possible the independent address of the pixel of the layers LC1 and LC2 are provided, the device shown in drawing 16 differs from what was shown in drawing 15. In this device, the substrate 54 is the same type as the thing which is shown in drawing 15 and which was carried out, and the substrate 51 also includes the standard thin film transistor substrate which has the thin film transistor 71 which controls the picture element electrode 72. Instead of the insulator layer 57 of drawing 15, the conductive film 57 in which conductive coating was provided to one side or both sides, for example is formed. Liquid crystal orientation can be provided by coating the film 57 of drawing 16 with an orientation layer (not shown) to the ability to give the liquid-crystal-orientation characteristic to the film 57 (it explained with reference to drawing 13 like) shown in drawing 15.

[0123]Although it was explained that the film 57 is having the interval detached by the walls 52 and 53, and 55 and 56, it is also possible to realize a film interval and film support by other structures. For example, a wall does not need to be continuous and it is also good to only constitute some two or more walls. The film interval of the film 57 and film support may be realized by providing not a wall but the support by which alignment was carried out on the substrates 51 and 54. Although the walls 52, 53, 55, and 56 explain above the composition currently formed on the substrate 51 and 54 and explain how to produce such a wall below, the spacer of the gestalt of a wall or others may be formed on the film 57 by Stamping or embossing.

[0124]The film 57 may realize an optical function again. For example, according to the demand of a device, the film 57 may act as light polarizer, or may provide a retardation.

[0125]16 shows the fundamental device which constitutes the embodiment of this invention from drawing 11. However, other components for which these drawings may be needed in many uses of a device are not shown. For example, in many uses of these devices, existence of one or more light polarizers is required. In the case of a color display, generally, a light filter is required. Such a component may be included inside the multilayer liquid crystal "cell" shown in drawing 16 from drawing 11, or may be provided outside.

[0126]The film 57 which has inclination from drawing 11 to the substrates 51 and 54 in the device shown in 16 over the whole device is shown. However, the film 57 inclines in a field with a device, and in another field, to the substrates 51 and 54, the spacer of the walls 52, 53, 55, and 56 or others may be constituted again so that in parallel.

[0127]Drawing 17 and 18 show how to form a wall on a substrate. For convenience, the passive-matrix address gestalt shows the substrate 51. However, the same method for forming the spacer of the type of the wall or others which has different height also to a substrate arbitrary type [ other ] can be used.

[0128]Drawing 17 (a) shows the substrate 51 which formed the strip electrode 60 and the orientation layer 61. This composition may be formed, for example using the conventional liquid crystal substrate production technology. Since such art is common knowledge in the field concerned, it is not explained to details.

[0129]On the orientation layer 61, For example, the photoresist material of negative type, such as Epon SU-8 currently sold from Cyclotene(registered trademark)4024, 4026, or MicrolithographyChemical Corp. currently sold from Dow. By carrying out spin coating, the resin (photo-definable) 73 which can be specified by light is formed. Spin coating makes it possible to control correctly the thickness of the resin 73 which can be specified by light to determine the height of the small wall 53.

[0130]UV irradiation is performed to the resin 73 via the mask 74 after coating. The mask 74 has an array of a regular slit which has the pitch d equal to the pitch of the walls 52 and 53 formed. It leaves irradiation area 73' of the resin 73 by removing an unglared field after an exposure.

[0131]Next, the thickness on the substrate region where the layer 73 was removed forms the 2nd layer 75 of the resin which can be specified by the same light by spin coating so that it may become equal substantially at the height of the wall 52 of the higher one. As long as it is

required, field 73" may be formed by hardening the remaining irradiation area 73' first (on overall or partial target). As shown in drawing 17 (f), before performing UV irradiation via the mask 76 like the layer 73, the layer 25 may be baked beforehand. Although it has a slit also with the parallel mask 76, it has a pitch equal to 2 d. a slit -- polymer field 73" and position \*\*\*\*\* -- when an unglared material is removed by things, the portion of the layer 75 which remains is located on field 73" in every other one, is hardened similarly, and forms field 75."

[0132]In order to complete a device, the two substrates 51 and 54 are combined from the both sides of the film 57. Although a film is held at the state where it stretched tightly in the suitable frame, extension which causes the birefringence which is not desirable is made not to be generated. Since it is filled up with a suitable liquid crystal material, it enables it to arrive at the field between the substrates 51 and 54 and the film 57, although the end of a device is closed. Finally, it is filled up with a cell, and it closes thoroughly, for example, is processed using standard liquid crystal production technology. Since such art is common knowledge in the field concerned, it is not explained to details.

[0133]The height of the wall 53 of the shorter one is less than 10 micrometers, and the method for producing the walls 52 and 53 shown in drawing 17 is suitably used, when depositing the 2nd resin layer 75 with spin method. In the method shown in drawing 18, although the initial process shown in 18 (c) from drawing 18 (a) is the same as the process shown in 17 (c) from drawing 17 (a), the layer 73 after the UV irradiation through the mask 74 includes the field 73a of exposure resin, and the field 73b of unglared resin. In this case, the unglared resin 73b is not removed, but as shown in drawing 18 (e), it is coated with the 2nd layer 75 of the resin which can be specified by light. The 2nd UV irradiation process shown in drawing 18 (f) is the same as the process shown in drawing 17 (f). Next, by removing unglared resin of the layers 73 and 75, it leaves the structure shown in drawing 18 (g).

[0134]In the method shown in drawing 18, the soft baking powder of the walls 52 and 53 may be carried out only before the assembly of a multilayer liquid crystal cell. Such a polymer wall by which soft baking powder was carried out has the advantage of not needing adhesives in an assembly. It is assembly \*\*\*\*, as the film 57 was located among the substrates 51 and 54 and mentioned the device above, for example. Next, by applying a pressure carefully, a device is heated to a temperature higher than 100 \*\* and a desirable temperature higher than 200 \*\*. It enables it for a wall to become adhesiveness again and to join to the film 57 by heat-hardening a polymer wall, by this process.

[0135]In such passive address configurations, the film 57 may be insulation electrically like other embodiments. The equivalent circuit of two adjoining pixels in this case (shown as the pixels 101 and 102) is shown in drawing 19. Also in this embodiment, the liquid crystal layer of the upper part and the bottom acts as the capacity 120 and 121 approximately, respectively, and the film 57 which separates both layers also acts as the capacity 122. Thus, the insulating film 57 carries out capacitive coupling of both the pixels in each set, and, in the case of voltage dependence bistability liquid crystals, such as a ferroelectric liquid crystal (FLC) or an antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), makes the independent address of two layers possible.

[0136]As well as other embodiments when active-matrix address configurations are provided on the substrates 51 and 54 of this embodiment, as shown in drawing 20, The film 57 may be given conductivity by coating one side or both sides with the material containing the poly thiophene derivative publicly known as Baytron (registered trademark) currently sold, for example from Bayer AG using a conductive thing. It enables this to provide the independent address of the pixel in two layers.

[0137]Drawing 21 shows another example of composition in which passive-matrix address electrode composition was provided on the substrate 51 and 54. Also in this case, the film 57 is perpendicularly formed to the direction of z, i.e., the surface, like other embodiments with the material which makes electrical conduction possible. In drawing 21, non-conducting in the plane direction of the film 57 is expressed with the resistance  $R_{xy}$ . As for such composition, an address is made independent without the loss of the voltage or the electric field accompanying the capacity 122 in the case of an insulating film by the pixel of two layers possible by single device address composition.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-271797

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/1347  
1/1339

識別記号

5 0 0

F I

G 0 2 F 1/1347  
1/1339

5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数57 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-20832

(22) 出願日 平成11年(1999) 1 月28日

(31) 優先権主張番号 9 8 0 1 7 8 8 . 2

(32) 優先日 1998年 1 月29日

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(31) 優先権主張番号 9 8 0 1 7 8 9 . 0

(32) 優先日 1998年 1 月29日

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(31) 優先権主張番号 9 8 0 1 7 9 5 . 7

(32) 優先日 1998年 1 月29日

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 クレイグ トンプリング

イギリス国 オーエックス44 7ユーアー  
ル オックスフォードシャー, スタドハ  
ンプトン, ペア レーン, ジャスミン  
コテージ (番地なし)

(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

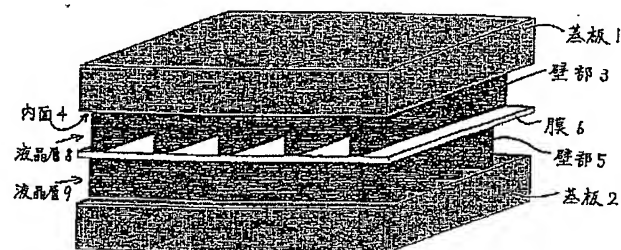
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 適切に支持された膜によって分離された、二層以上の液晶層を有する装置およびその簡便な製造方法を提供する。

【解決手段】 液晶装置は、第1の基板と、該第1の基板から間隔を空けて設けられた第2の基板であって、該第1の基板との間に少なくとも1つの液晶材料を含む領域を規定する第2の基板と、該第1の基板と該第2の基板との間に設けられた少なくとも1つの膜であって、該領域を少なくとも2つの液晶層に分割する膜と、該第1の基板と該膜との間隔を空ける複数の第1のスペーサと、該第2の基板と該膜との間隔を空ける複数の第2のスペーサとを含む。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の基板と、

該第 1 の基板から間隔を空けて設けられた第 2 の基板であって、該第 1 の基板との間に少なくとも 1 つの液晶材料を含む領域を規定する第 2 の基板と、

該第 1 の基板と該第 2 の基板との間に設けられた少なくとも 1 つの膜であって、該領域を少なくとも 2 つの液晶層に分割する膜と、

該第 1 の基板と該膜との間隔を空ける複数の第 1 のスペーサと、

該第 2 の基板と該膜との間隔を空ける複数の第 2 のスペーサとを含む、液晶装置。

【請求項 2】 前記複数の第 1 のスペーサが第 1 の実質的に一定の高さを有する一組の第 1 の壁であり、前記複数の第 2 のスペーサが第 2 の実質的に一定の高さを有する一組の第 2 の壁であって、前記少なくとも 1 つの膜は該第 1 の壁と該第 2 の壁との間に保持され、少なくとも一部の該第 2 の壁の長手方向は、少なくとも一部の該第 1 の壁の長手方向と所定の角度をなして交差し、該所定の角度は実質的に 0 度ではない、請求項 1 に記載の液晶装置。

【請求項 3】 前記第 1 の高さは前記第 2 の高さを実質的に等しい、請求項 2 に記載の液晶装置。

【請求項 4】 前記所定の角度は実質的に 90 度と等しい、請求項 2 または 3 に記載の液晶装置。

【請求項 5】 前記第 1 の壁が実質的に互いに平行である、請求項 2 から 4 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 6】 前記第 1 の壁が実質的に等しい間隔で設けられる、請求項 5 に記載の液晶装置。

【請求項 7】 実質的に長方形の画素配列をさらに含み、前記第 1 ののは第 1 のピッチで間隔を空けられ、該第 1 のピッチは、該第 1 の壁の長手方向にな画素のピッチとゼロよりも大きい第 1 の整数との積と実質的に等しい、請求項 6 に記載の液晶装置。

【請求項 8】 前記第 2 の壁が実質的に互いに平行である、請求項 2 から 7 に記載の液晶装置。

【請求項 9】 前記第 2 の壁が実質的に等しい間隔を空けて設けられる、請求項 8 に記載の液晶装置。

【請求項 10】 実質的に長方形の画素配列をさらに含み、前記第 2 の壁は第 2 のピッチで間隔を空けられ、該第 2 のピッチは、該第 2 の壁の長手方向に垂直な画素のピッチとゼロよりも大きい第 1 の整数との積と実質的に等しい、請求項 9 に記載の液晶装置。

【請求項 11】 第 1 および第 2 の壁がポリイミドを含む、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 12】 前記複数の第 1 および第 2 のスペーサが膜に分離された、整合された対をなすように設けられ、各対の該第 1 および第 2 のスペーサの高さの和が実質的に等しく、それぞれのスペーサの高さを該第 1 および第 2 の基板の内部表面に対して実質的に垂直に測定し

たとき、該第 1 のスペーサのうちの少なくとも 1 つの高さが該第 1 のスペーサのうちの他の少なくとも 1 つの高さと異なる、請求項 1 に記載の液晶装置。

【請求項 13】 前記第 1 のスペーサが前記第 1 の基板に取り付けられるかまたは一体化される、請求項 12 に記載の液晶装置。

【請求項 14】 前記第 1 のスペーサが前記第 1 の膜に取り付けられるかまたは一体化される、請求項 12 に記載の液晶装置。

10 【請求項 15】 前記第 2 のスペーサが前記第 2 の基板に取り付けられるかまたは一体化される、請求項 12 から 14 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 16】 前記第 2 のスペーサが前記第 1 の膜に取り付けられるかまたは一体化される、請求項 12 から 14 のいずれかに記載の液晶装置。

20 【請求項 17】 前記第 1 の基板が第 1 および第 2 の組を有し、前記第 2 のスペーサが第 3 および第 4 の組を有し、各組のスペーサの高さは実質的に等しく、第 1 の組の第 1 のスペーサの高さは第 2 の組の第 1 のスペーサの高さより大きく、第 3 の組の第 2 のスペーサの高さは第 4 の組の第 2 のスペーサの高さより大きく、第 1 の組と第 2 の組との間の第 1 のスペーサの高さの差は、第 3 の組と第 4 の組との間の第 2 のスペーサの高さの差と実質的に等しい、請求項 12 から 16 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 18】 第 1 の組の第 1 のスペーサの高さは、第 3 の組の第 2 のスペーサの高さと異なる、請求項 17 に記載の液晶装置。

30 【請求項 19】 前記第 1 および第 2 のスペーサが、それぞれ 1 つの壁を含む、請求項 18 に記載の液晶装置。

【請求項 20】 前記それぞれの壁の長さ方向の高さが実質的に一定である、請求項 19 に記載の液晶装置。

【請求項 21】 前記壁が実質的に平行である、請求項 19 または 20 に記載の液晶装置。

【請求項 22】 前記壁が等間隔に配置された、請求項 21 に記載の液晶装置。

40 【請求項 23】 前記少なくとも 1 つの膜が、膜表面に実質的に垂直な方向に導電性を有し、前記第 1 および第 2 の基板がそれぞれ第 1 および第 2 のアドレス構成 (addressing arrangement) を含む、請求項 1 から 22 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 24】 前記少なくとも 1 つの膜が絶縁性を有し、前記第 1 および第 2 の基板がそれぞれ第 1 および第 2 のアドレス構成を含む、請求項 1 から 22 のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項 25】 前記少なくとも 1 つの膜の表面が導電性を有し、アクティブマトリクスアドレス構成を含む前記第 1 および第 2 の基板のそれぞれに対向する、請求項 1 から 22 のいずれかに記載の液晶装置。

50 【請求項 26】 前記少なくとも 1 つの膜の表面または

少なくとも1つの膜が第1の導電体片を有し、前記第1および第2基板のそれぞれと直面し、該第1および第2の基板のそれぞれは第1の導電体片と実質的に直交する第2の導電体片を有する、請求項1から22および25のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項27】 液晶層の少なくとも1つが強誘電性液晶材料を含む、請求項1から26のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項28】 第1および第2の液晶層がそれぞれ第1および第2のコレスチック液晶を含み、該第1のコレスチック液晶のヘリカルピッチは該第2のコレスチック液晶と実質的に等しいが、反対向きである、請求項1から26のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項29】 前記液晶層の少なくとも1つが双安定液晶を含む、請求項1から26のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項30】 前記液晶層の少なくとも1つが平面内スイッチング液晶を含む、請求項1から26および29のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項31】 前記少なくとも1つの膜がそれを通して光を変化するように設けられた、請求項1から30のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項32】 前記少なくとも1つの膜が偏光板である、請求項31に記載の液晶装置。

【請求項33】 前記少なくとも1つの膜が複屈折性である、請求項31または32のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項34】 前記少なくとも1つの膜が光学的にアクティブである、請求項31から33のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項35】 前記第1および第2の壁の組のうちの少なくとも1組が、第1および第2の基板の少なくとも1つに固定されるかまたは一体化される、請求項1から34のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項36】 前記少なくとも1つの膜が、第1および第2の壁の組のうち少なくとも1組に固定されるかまたは一体化される、請求項1から35のいずれかに記載の液晶装置。

【請求項37】 少なくとも1つの膜を第1の基板と第2の基板との間に配置して少なくとも2つの空洞を形成する工程および、各空洞に液晶材料を毛管作用を用いて注入して少なくとも2つの液晶層を形成する工程を含む、液晶装置の製造方法。

【請求項38】 前記液晶層形成工程において、前記各空洞が真空中で液晶材料を注入される、請求項37に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項39】 前記液晶層形成工程において、前記空洞が実質的に同時に液晶材料を注入される、請求項34または35のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項40】 前記液晶層形成工程において、前記空

洞が実質的に同じ密度の液晶材料を注入される、請求項37から39のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項41】 前記少なくとも1つの膜が1つの膜であり、前記少なくとも2つの液晶層が2つの液晶層である、請求項37から40のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項42】 前記液晶層の1つの液晶材料が重合可能なまたは架橋可能な化合物を含み、前記液晶層形成工程の後に、少なくとも1つの液晶層の液晶材料の所定の領域が重合または架橋されてサポートを形成する工程を含む、請求項37から41のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項43】 前記化合物が放射線によって重合可能なまたは架橋可能な化合物であり、前記サポート形成工程が放射線照射による重合または架橋を含む、請求項42に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項44】 前記放射線が紫外線である、請求項43に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項45】 前記放射線照射が所定の領域を規定するマスクを介して行われる、請求項43または44のいずれかに記載の液晶装置の製造方法の製造方法。

【請求項46】 前記少なくとも1つの膜が絶縁性を有し、前記第1および第2の基板がそれぞれ第1および第2のアドレス構成を含む、請求項37から45のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項47】 前記少なくとも1つの膜の表面が導電性を有し、アクティブマトリクスアドレス構成を含む前記第1および第2の基板のそれぞれに対向する、請求項37から45のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項48】 前記少なくとも1つの膜の表面または少なくとも1つの膜が第1の導電体片を有し、前記第1および第2基板のそれぞれと直面し、該第1および第2の基板のそれぞれは第1の導電体片と実質的に直交する第2の導電体片を有する、請求項37から45および47のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項49】 液晶層の少なくとも1つが強誘電性液晶材料を含む、請求項37から48のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項50】 第1および第2の液晶層がそれぞれ第1および第2のコレスチック液晶を含み、該第1のコレスチック液晶のヘリカルピッチは該第2のコレスチック液晶と実質的に等しいが、反対向きである、請求項37から48のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項51】 前記液晶層の少なくとも1つが双安定液晶を含む、請求項37から48のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項52】 前記液晶層の少なくとも1つが平面内スイッチング液晶を含む、請求項37から48および51のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項53】 前記少なくとも1つの膜がそれを通

過する光を変化するように設けられた、請求項 37 から 52 のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 54】 前記少なくとも 1 つの膜が偏光板である、請求項 53 に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 55】 前記少なくとも 1 つの膜が複屈折性である、請求項 53 または 54 のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 56】 前記少なくとも 1 つの膜が光学的にアクティブである、請求項 53 から 55 のいずれかに記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 57】 請求項 37 から 56 のいずれかに記載の方法により製造された液晶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】US 3 886 014号に、多層液晶セルを作成するための方法が開示されている。数個のガラス基板がスペーサ粒子によって互いから離れて設けられ、次に全体を加熱し圧力を加える。次にガラス基板を端部において互いに対して固定し、その間隙に、液晶材料を充填するための適切な開口部を残しておく。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、液晶層間に比較的厚いガラス基板を用いるために、このタイプの装置は視差効果の影響を受け、用途が限定されてしまう。

【0004】US 4 878 741号は、液晶材料が球形セル中に封じ込められた多層液晶カラーディスプレイを開示している。セル層を基板上に堆積し、この上に順に、繰り返す電極と、さらなる封止液晶層とを交互に設ける。しかし、このようなディスプレイは、封止された形態で機能し得る液晶系に限定される。

【0005】US 5 392 141号は、多層液晶装置を作製する技術を開示している。液晶セルは、犠牲層とエポキシ層とを交互にスピンコートすることによって作製される、エポキシ層のスタックを含んでいる。犠牲層は、犠牲層が除去された後も残留してエポキシを支持するためのスペーサを含んでいる。絶縁層を支持するための支柱が設けられる。しかし、このような技術は比較的複雑かつ高価であるため、商業的に有効でない。さらに、中間層内に電極を設けることが困難あるいは不可能である。

【0006】US 4 659 182号は、外側基板間に中間基板が設けられた、多層液晶ディスプレイを開示している。中間基板は、ディスプレイの画素にアドレスするための電極構造を有している。中間基板を支持することの困難性が記載されている。提案されている解決策は、液晶バルクの外側に追加的な接着剤を用いることである。

【0007】US 5 015 074号は、両面にアドレス電極を

有する分割壁によって液晶層が分離された、2層液晶ディスプレイを開示している。分割壁はそれぞれ蛇行壁により各基板から支持されていることにより、各層は、異なる液晶材料を含む 2 つの体積に形態的に分割されている。ディスプレイが正常なカラー動作を提供するためには、蛇行壁の正確な位置揃えが必要である。また、蛇行壁は、異なる液晶材料の混合を防ぐために、分割壁および基板に対して十分に封止されていなければならない。

【0008】"A Liquid-Crystal/Polymer Optical Device Formed by Holography for Reflective Colour Display Applications", Tanakaら、Eurodisplay 93 Digest PDLC-2、第109-111頁に、ポリマー分散液晶を用いた多層液晶構造が開示されている。紫外線干渉ならびにポリマー前駆体および液晶混合物の重合化により液晶とポリマーとが交互に繰り返す顕微鏡レベルの平面を形成することにより、垂直にスタック化した構造が形成される。得られる装置は、スイッチング可能な多層ミラースタックとして動作する。

【0009】多層液晶装置の使用を包含する製品を製造する能力が望まれる。例えば、US 4556 286号、US 4 487 480号、US 4 384 763号、EP 0 431 716号、US 4 581 608号、EP 0 209 439号、EP 0370 773号、US 4 712 877号、欧州特許出願第95306983.8号、および"Novel Multicolour LCD without a Colour Filter", Satoら、proc SID vol33(3)第183-186頁にそのような製品の例が開示されている。しかし、これらの開示は一般に、視差効果をも十分に無くしながら中間基板を提供あるいは支持するための、十分な技術あるいは商業的な技術を提供していない。

【0010】よって、本発明の目的は、適切に支持された膜によって液晶層を分離することによって、視差効果の影響を受けない多層液晶装置を提供すること及びその簡便な製造方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の局面によれば、第1の基板と、該第1の基板から間隔を空けて設けられた第2の基板であって、該第1の基板との間に少なくとも1つの液晶材料を含む領域を規定する第2の基板と、該第1の基板と該第2の基板との間に設けられた少なくとも1つの膜であって、該領域を少なくとも2つの液晶層に分割する膜と、該第1の基板と該膜との間隔を空ける複数の第1のスペーサと、該第2の基板と該膜との間隔を空ける複数の第2のスペーサとを含む液晶装置が提供され、これにより上記目的が達成される。

【0012】前記複数の第1のスペーサが第1の実質的に一定の高さを有する一組の第1の壁であり、前記複数の第2のスペーサが第2の実質的に一定の高さを有する一組の第2の壁であって、前記少なくとも1つの膜は該第1の壁と該第2の壁との間に保持され、少なくとも一部の該第2の壁の長手方向は、少なくとも一部の該第1

の壁の長手方向と所定の角度をなして交差してもよい。  
このとき、該所定の角度は実質的に0度ではない。

【0013】前記第1の高さは前記第2の高さと実質的に等しくてもよい。また、前記所定の角度は実質的に90度と等しくてもよい。

【0014】前記第1の壁が実質的に互いに平行であってもよく、また実質的に等しい間隔で設けられてもよい。

【0015】実質的に長方形の画素配列をさらに含み、前記第1のは第1のピッチで間隔を空けられ、該第1のピッチは、該第1の壁の長手方向にな画素のピッチとゼロよりも大きい第1の整数との積と実質的に等しくてもよい。

【0016】前記第2の壁が実質的に互いに平行であってもよく、また実質的に等しい間隔を空けて設けられてもよい。

【0017】実質的に長方形の画素配列をさらに含み、前記第2の壁は第2のピッチで間隔を空けられ、該第2のピッチは、該第2の壁の長手方向に垂直な画素のピッチとゼロよりも大きい第1の整数との積と実質的に等しくてもよい。第1および第2の壁はポリイミドを含み得る。

【0018】また、本発明の他の局面によれば、前記液晶装置は、前記複数の第1および第2のスペーサが膜に分離された、整合された対をなすように設けられ、各対の該第1および第2のスペーサの高さの和が実質的に等しく、それぞれのスペーサの高さを該第1および第2の基板の内部表面に対して実質的に垂直に測定したとき、該第1のスペーサのうちの少なくとも1つの高さが該第1のスペーサのうちの他の少なくとも1つの高さとは異なる構成であり、そのことにより、上記目的が達成される。

【0019】前記第1のスペーサは記第1の基板、あるいは前記第1の膜に取り付けられるかまたは一体化され得る。同様に、前記第2のスペーサは記第2の基板、あるいは前記第1の膜に取り付けられるかまたは一体化され得る。

【0020】前記第1の基板が第1および第2の組を有し、前記第2のスペーサが第3および第4の組を有し、各組のスペーサの高さは実質的に等しく、第1の組の第1のスペーサの高さは第2の組の第1のスペーサの高さより大きく、第3の組の第2のスペーサの高さは第4の組の第2のスペーサの高さより大きく、第1の組と第2の組との間の第1のスペーサの高さの差は、第3の組と第4の組との間の第2のスペーサの高さの差と実質的に等しくてもよい。また、第1の組の第1のスペーサの高さは、第3の組の第2のスペーサの高さと異なっている。このとき、前記第1および第2のスペーサは、それぞれ1つの壁を含み得る。

【0021】前記それぞれの壁の長さ方向の高さは実質

的に一定であり得る。前記壁は実質的に平行であり得、また等間隔に配置され得る。

【0022】前記少なくとも1つの膜が、膜表面に実質的に垂直な方向に導電性を有し、前記第1および第2の基板がそれぞれ第1および第2のアドレス構成(address singarrangement)を含んでもよい。

【0023】前記少なくとも1つの膜が絶縁性を有し、前記第1および第2の基板がそれぞれ第1および第2のアドレス構成を含んでもよい。

【0024】前記少なくとも1つの膜の表面が導電性を有し、アクティブマトリクスアドレス構成を含む前記第1および第2の基板のそれぞれに対向してもよい。

【0025】前記少なくとも1つの膜の表面または少なくとも1つの膜が第1の導電体片を有し、前記第1および第2基板のそれぞれと直面し、該第1および第2の基板のそれぞれは第1の導電体片と実質的に直交する第2の導電体片を有してもよい。

【0026】液晶層の少なくとも1つは強誘電性液晶材料を含み得る。

【0027】第1および第2の液晶層がそれぞれ第1および第2のコレスチック液晶を含み、該第1のコレスチック液晶のヘリカルピッチは該第2のコレスチック液晶と実質的に等しいが、反対向きであり得る。

【0028】前記液晶層の少なくとも1つは双安定液晶を含んでもよい。また、前記液晶層の少なくとも1つが平面内スイッチング液晶を含んでもよい。

【0029】前記少なくとも1つの膜がそれを通過する光を変化するように設けられてもよく、それは偏光板であってもよい。また、その膜が複屈折性であってもよく、光学的にアクティブであってもよい。

【0030】前記第1および第2の壁の組のうちの少なくとも1組は、第1および第2の基板の少なくとも1つに固定されるかまたは一体化され得る。また、前記少なくとも1つの膜は、第1および第2の壁の組のうち少なくとも1組に固定されるかまたは一体化され得る。

【0031】本発明の別の局面によれば、少なくとも1つの膜を第1の基板と第2の基板との間に配置して少なくとも2つの空洞を形成する工程および、各空洞に液晶材料を毛管作用を用いて注入して少なくとも2つの液晶層を形成する工程を含む液晶装置の製造方法が提供され、これにより、上記目的が達成される。

【0032】前記液晶層形成工程において、前記各空洞が真空中で液晶材料を注入され得る。また、その場合、好ましくは、前記空洞が実質的に同時に液晶材料を注入される。また、同工程において、前記空洞が実質的に同じ密度の液晶材料を注入されてもよい。

【0033】前記少なくとも1つの膜が1つの膜であり、前記少なくとも2つの液晶層が2つの液晶層であってもよい。

【0034】前記液晶層の1つの液晶材料が重合可能な

または架橋可能な化合物を含み、前記液晶層形成工程の後に、少なくとも1つの液晶層の液晶材料の所定の領域が重合または架橋されてサポートを形成する工程を含み得る。また、その場合、前記化合物が放射線によって重合可能なまたは架橋可能な化合物であり、前記サポート形成工程が放射線照射による重合または架橋を含み得る。放射線は紫外線であってもよい。また、前記放射線照射が所定の領域を規定するマスクを介して行われ得る。

【0035】前記少なくとも1つの膜が絶縁性を有し、前記第1および第2の基板がそれぞれ第1および第2のアドレス構成を含んでもよい。

【0036】また、前記少なくとも1つの膜の表面が導電性を有し、アクティブマトリクスアドレス構成を含む前記第1および第2の基板のそれぞれに対向してもよい。

【0037】前記少なくとも1つの膜の表面または少なくとも1つの膜が第1の導電体片を有し、前記第1および第2基板のそれぞれと直面し、該第1および第2の基板のそれぞれは第1の導電体片と実質的に直交する第2の導電体片を有してもよい。

【0038】液晶層の少なくとも1つは強誘電性液晶材料を含み得る。

【0039】第1および第2の液晶層がそれぞれ第1および第2のコレスチック液晶を含み、該第1のコレスチック液晶のヘリカルピッチは該第2のコレスチック液晶と実質的に等しいが、反対向きであり得る。

【0040】前記液晶層の少なくとも1つが双安定液晶を含み得る。

【0041】前記液晶層の少なくとも1つが平面内スイッチング液晶を含み得る前記少なくとも1つの膜がそれを通過する光を変化するように設けられてもよく、それは偏光板であってもよい。その膜は複屈折性であってもよく、光学的にアクティブであってもよい。

【0042】本発明によれば、上記の方法で製造された液晶装置もまた提供される。

【0043】以下に本発明の作用を説明する。適切に支持された膜によって分離された、少なくとも2つの液晶層を有する装置を提供することが可能である。各膜は、例えば壁部の交差部で「留め」られることによって支持され得る。基板は、標準的な液晶装置において要求される精度より高い精度で位置揃えされる必要はない。膜は非常に薄くてもよく、例えばミクロン程度の厚さでもよい。このように、従来の単一液晶層からなる画素化セルをスタックすることに付随する視差の問題による視角制限が、実質的に減少する。さらに、いずれの基板に対しても膜が全面積にわたって平行に設けられていない場合には、例えば強誘電液晶材料などの双安定液晶系において、アナログ中間調のアドレスを提供することが可能である。スイッチングしきい電圧はセル厚に依存するた

め変化する。なぜなら、各セルは傾斜面を有し得るからである。

【0044】さらに、膜は基板から実質的に対称的に離されている必要はなく、平均で一方の基板よりも他方の基板の方に近くてもよい。従って、膜の両面に位置する画素のスイッチング特性は異なり得、例えば、そのような画素の両方に対して画素が実効的に直列になるように電界を印加する電極によって、アドレスされ得る。

【0045】本構成のもう一つの利点は、例えば、衝撃に敏感な強誘電液晶配向において、安定性をもたらすことである。従ってこのような装置は、より弾力的かつ機械的衝撃による損傷に対してより強くなる。

【0046】これらの技術を、多くの異なる液晶システムに適用し得る。一例において、例えばゲスト-ホスト色素液晶材料などによって層をカラーにし、カラー液晶ディスプレイを提供してもよい。別の例において、コレステリック液晶材料を用い、液晶材料の反対向きのらせん方向に従って両方の円偏光を反射することにより、反射率を単一液晶層装置に対して実質的に2倍にしてもよい。あるいは、異なるヘリカルピッチを有するコレステリック液晶材料を用いることによって反射光の波長範囲を拡張してもよい。

【0047】さらに、単層空間光変調器を用いて得られるよりも改善された効率を有する、多層バイナリー位相ホログラムを提供することが可能である。また、イメージ処理において、密着した2つの層の間に並列で情報を通す能力が、利点を提供する。さらに、平面内スイッチングについて（例えば強誘電性液晶材料、エレクトロクリニク(electroclinic)効果、フレキシオエレクトリック(flexoelectric)効果、およびネマチック平面内スイッチングなど）単一液晶層におけるスイッチングコントラスト比を単に増大するために、多層液晶構造を用いてもよい。

【0048】双安定または三安定液晶を用いる層の場合、電気光学的を用いて中間調能力を提供または拡張し得る。

【0049】また、本発明による液晶装置を作製するための方法は比較的単純であり、各膜が第1または第2の基板から正しく離されることを確実にする。キャビティーに液晶材料を充填する前に膜に対して支持構造を設けることは不必要である。なぜなら膜は、液晶材料が充填された際に自動的に正しい位置をとるからである。キャビティーは、同じまたは異なる液晶材料の混合物で少なくとも一部毛細管作用により充填され、膜が液晶セル内の正しい位置にあるときに膜の両側にかかる毛細管圧が等しくなるようにされる。膜の実際の位置は用いられる液晶材料の特定のパラメータ（例えば密度）により影響を受ける。膜が所望の位置、例えば第1の基板と第2の基板との中間点をとるように、これらのパラメータを変化させることが可能である。



【0050】膜の物理的な支持が必要または望ましい用途においては、キャビティに液晶材料を充填した後で支持体を形成することにより、膜の位置を固定してもよい。

【0051】例えば、キャビティの充填後に紫外線への曝露により重合化できる液晶混合物の場合、キャビティの充填後に適切なマスクを用いるかあるいはレーザなどの集束する紫外光線を用いて、装置に紫外線照射を行ってもよい。これにより、キャビティ中の均一な溶液からの分離により形成されるポリマーの、例えば支柱の形態のような支持体が得られる。従って、異なる層中における支持体の実質的に正確な位置揃えが可能であり、物理的に強い装置を作製するための、簡便かつ安価な技術が提供される。

【0052】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を、付属の図面を参照して例示的な実施形態についてさらに説明する。図面において、同様な参照符号は同様な構成要素を指す。

【0053】（実施形態1）図1に示す液晶装置は、第1の基板1および第2の基板2を有する。各基板は実質的に、配向層およびアドレス構成などの様々な層を含む、複合基板である。基板1は、基板1の内面4から装置の内側に向かって延びる複数の壁部3を有する。壁部3はポリイミドからなり得、内面4に対して実質的に垂直に延びる。壁部は同じ一定の高さを有し、互いに平行であり、かつ実質的に等しく間隔を空けられている。

【0054】また基板2上には、壁部5が設けられている。壁部5はポリイミドからなり得、基板2の内面に対して実質的に垂直に延び、一定の高さを有し、互いに平行であり、かつ実質的に等しく間隔を空けられている。基板1および2は、壁部3および5の長軸方向が互いに対して実質的に垂直に延びるように、位置合わせされている。

【0055】膜6が壁部3および4の間に位置しており、壁部3および5の交差部分で留められることによって支持されている。膜6は従って、装置全体にわたって十分に支持されている。膜6はセルを2つの層に分割し、2つの層には同じタイプまたは異なるタイプの液晶が充填される。膜は典型的には、約30〜約1ミクロンの厚さを有する。30ミクロン程度の厚さを有する膜の場合、膜は準剛性であり得、例えばガラスからなり得る。上記範囲の下限付近の厚さを有する膜の場合、膜は可撓性ポリマー（例えばDupont社から販売されているマイラー（登録商標）として知られるポリエチレンテレフタレートなど）から形成され得る。

【0056】図2は、基板1の担持する壁部3と基板2の担持する5の間の交差部7を示している。各基板上の壁部は同一かつ一定の高さを有するため、膜6は交差部7において把持あるいは留められることにより、膜が全

域的物理的に強い装置が提供され、比較的薄い膜6でも機械的衝撃および圧力に対して抵抗力を有する。

【0057】図1に示すように壁部3および5は同一の高さを有しているため、液晶層8および9は同一の厚さを有する。ただし、壁部3および5の高さを異ならせることにより、異なる厚さの液晶層を提供してもよい。

【0058】液晶装置は、画素の規則的な矩形アレイを有する、画素化ディスプレイであり得る。画素は一定の垂直ピッチおよび水平ピッチだけ離して設けられており、壁部3および5は同一のピッチ（壁部間の距離）またはその整数倍だけ離して設けられている。従って壁部3および5は、隣接する画素間にギャップが存在するように位置合わせされることにより、装置の開口部が隠れてしまうことを回避することができる。バンプマトリクスアドレスの場合、交差部7はおのずと画素の角に位置する。1つまたは2つのアクティブマトリクス基板1、2を備えたアクティブマトリクスアドレスの場合、交差部7が画素の角にくるように製造中に位置合わせを行う必要がある。

【0059】膜6は絶縁性または導電性であり得、または後述のようにz方向に導電性を有していてもよい。あるいは膜6上に、基板1および2上のアドレス手段と協働するアドレス手段が設けられていてもよい。液晶層の各々は、設計要求および提供される特定のアドレス構成に依存して、アクティブアドレスまたはバンプアドレスされ得る。

【0060】基板1および2上に設けられるアドレス構成は、同一タイプまたは異なるタイプであり得る。例えば、アドレス構成の一方または両方が、平行ストライプ状電極を有するバンプマトリクスタイプであってもよい。あるいは、アドレス構成は、各画素のスイッチングを制御するための各トランジスタを備えたアクティブマトリクスタイプであってもよい。アクティブマトリクス基板の場合の基板は、ガラス基板・薄膜トランジスタ（TFT）型または、シリコン大規模集積（LSI）型であり得る。特定の用途の設計要求に応じて、基板1および2の一方または両方にカラーフィルタおよびブラックマスクを設けてもよい。

【0061】基板1および2を作製するための方法を図3に示す。隣接する液晶層の液晶モードの設計要求に応じて（例えばアクティブマトリクス基板であるかバンプマトリクス基板であるか）、基板1または2をまず用意する。Dupont社から販売されているPI2555などのポリイミドの層10を、例えばスピンコーティングにより基板上に設け、イミド化することにより十分に硬化した膜を形成する。次に層10に、Shipley Chemicals社から販売されているS1818などのフォトレジスト11をコーティングし、これに適切なストライプ状フォトマスクを介して紫外線照射を行い、従来の方法で現像する。これにより、酸素プラズマエッチングプロセス中において下

に位置するポリイミド層10をマスクするための、フォトレジスト現像片が残される。このような酸素プラズマエッチングプロセスにより硬化したポリイミドがエッチングされ、必要な棒状部分または壁部3および5が形成される。

【0062】次にエッチングプロセスで消費された後の残存するフォトレジストを除去することにより、基板および完成した壁部が残る。

【0063】実質的に矩形形状の画素アレイを有する画素化装置の場合、壁部3および5が画素間のギャップ内に位置するように構成される。従って、壁部のピッチは、画素ピッチまたはその整数倍に実質的に等しくされ得る。例えば、典型的なピッチは約80〜約500ミクロンの範囲であるが、非常に大きいあるいは非常に小さい装置については実質的にこの範囲の外側であってもよい。薄い液晶層および狭い棒状部を有する非常に薄い膜6の場合、視差問題を無くしあるいは視差を減少させるための追加的な素子を何ら必要とせず比較的良好的な視覚特性を提供する一方で、画素サイズを20ミクロンにまで小さくすることが可能である。壁部は1ミクロンという小さい厚さを有し得る一方、理論的には最大厚さの限界は存在せず、もっぱら装置の光学的要求によって決定される。壁部の高さは液晶モードによって決定され、典型的には約1〜約20ミクロンの範囲である。

【0064】図4は、2層リソグラフィ技術において、硬化されたポリイミドとフォトレジストとの間に中間マスキング層を設ける、別法としての製造技術を示している。上述のように基板1および2の上に硬化されたポリイミド層10を設けた後、例えば金属(図示)またはガラスからなる中間マスキング層14を、硬化されたポリイミド層10上に形成する。次いでShipley Chemicals社から販売されているS1805などのフォトレジスト12を中間層14上に堆積する。その後の処理工程は上述の工程と実質的に同様である。中間層14は、酸素プラズマ中のエッチングに耐え、より高い壁部を生成する能力を提供し、より高解像度のエッチングパターンを実現することを可能にする結果、より狭い壁部を生成することができる。これは、図3に示す方法における比較的薄いフォトレジスト層の使用によっては達成し得ない。なぜなら、酸素エッチングプロセスはフォトレジストをポリイミドと同時に除去するためである。

【0065】壁部3および5はポリイミドからなるものとしたが、その他の材料も用い得る。そのような他の材料は例えば、Dow Chemicals社から販売されているcyclo tene(登録商標)、Allied Signal社から販売されているAccuglass(登録商標)などのスピン・オン・ガラスならびに、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>およびSiO<sub>2</sub>などの化学蒸着されたガラスである。

【0066】図3および4に示す方法の工程の後、必要であれば基板1および2に配向層をコーティングする。

例えばこれは、ホメオトロピック配向層または、ラビング配向処理に適したポリイミド膜(例えばDupont社から販売されているPI2555など)を含み得る。あるいは、配向層を設けるために、シリコンモノオキサイド膜を直角以外の角度で基板表面に真空蒸発させてもよい。

【0067】例えば上述の方法により形成される基板および壁部を次に、膜6とともに組み立てることにより装置を形成し、これに液晶材料を充填して封止する。図5(a)に示すように、一方の基板を一時的に基部16上にマウントする。次に、基板周囲に接着剤18を一周塗布した後に、膜6を膜フレーム17中に支持する。次いで第1の基板に位置合わせして、かつ2つの基板上の壁部が直交して交差するように、他方の基板を膜の上に置く。接着剤を両基板1および2上の適切な位置に塗布しておくことにより、数カ所の領域において局所的に基板-接着剤-膜-接着剤-基板のサンドイッチ構造が形成されるようにする。不要な横方向の力を加えることなく、フレーム17により膜6が所定位置に保持された状態で装置をしっかりと組み立てる。接着剤18および19は、層に適切な液晶材料を充填するための適切な開口部を残して、装置の一部の周囲にシールを形成する。壁部3および5によって規定される層がストライプ状であるため、各層の少なくとも1つの端部がフルに開口したままにされなければならない。次に接着剤を、例えば紫外線または熱により硬化する。

【0068】基板1および2は、特に上述のようにアクティブマトリクスアドレスの場合、壁部の交差部7が画素の角にくるように位置合わせされる必要がある。標準的なセル組立機械は必要な位置合わせ能力を有しているので、図5(a)に示すチャックアセンブリとともに用いられて十分な位置合わせおよび組立を可能にし得る。

【0069】図5(a)に示す組立工程を用いて個々のディスプレイを形成し得るが、いわゆるマスター基板に対してこの組立工程を用いて後に分割することによって、1つ以上のより大きな画素アレイを形成し、アレイに段状端部(step edge)を形成してもよい。これを図5(b)に示す。ガラス基板1および2を矢印で示す線に沿って分割することにより、組立済みの装置を2つに分割する。基板1の部分片1'を取り除くことにより、得られた2つの装置には段状端部が残る。これにより、基板2上の電極(図示せず)が外部接続用に露出される。膜6の切断後に各分割端部にフラップ6'が残され、2つの液晶層に必要であれば異なる材料を充填することが可能になる。

【0070】装置の厚さが壁部3および4によって規定される通りになることを確実にするため、装置の組立は真空下または圧力リグ内で行い得る。必要な液晶材料を充填後、残る端部開口部を封止することにより、装置の製造を完了する。

【0071】組立の間、フレキシブル膜を有する実施形



態においては、膜6をフレーム17中にびんと張ることにより、装置内におけるたるみの可能性を防ぐ。しかし、膜が延伸された際に置き得る制御性の悪い複屈折性の導入を防ぐため、膜6の延伸は一般に避けられるべきである。液晶材料中の毛管力により、膜6のさらなる支持が提供される。

【0072】図1に示す装置の1つのアドレス構成において、基板1および2上に互いに垂直方向に延びるストライプ状電極が設けられることにより、両方の液晶層に同時に作用するパッシブマトリクスアドレス構成を規定する。基板1および2上の交差部または重複領域によって画素が規定されることにより、各画素アドレス構成が、2つの液晶層中において位置揃えされた一対の画素に対してアドレスを行う。2つの画素の独立したアドレスを可能にするためには、各層が異なるしきい値を有する液晶を含有していてもよく、あるいは、壁部3および5が異なる高さを有することにより異なるスイッチングしきい値を画素に提供してもよい。

【0073】このようなパッシブアドレス構成において、膜6は電気的に絶縁性であり得る。この場合、垂直にスタックされた画素対の2つの隣接する対（画素1および画素2と示す）の等価回路を図19に示す。各画素対につき、上側の液晶層は近似的に容量120として作用し、下側の液晶層は同様に近似的に容量121として作用し、両層を分離する膜6もまた容量122として作用する。このように絶縁性膜6は各位置合わせ対あるいはスタック化対における2つの画素を容量結合し、強誘電性液晶（FLC）または反強誘電性液晶（AFLC）などの電圧依存双安定液晶の場合において2つの層の独立したアドレスを可能にする。

【0074】基板1および2の上にアクティブマトリクスアドレス構成が設けられる場合、図20に示すように、膜6は導電性のものを用いるかあるいは、片面または両面にコーティングすることによって導電性を付与されてもよい。これにより、2つの層中の画素の独立したアドレスを提供することが可能になる。膜をコーティングすることによって導電性を付与する場合、任意の適切な技術によりコーティングをパターンニングすることによって、特定の領域において導電性を有するようにしてもよい。

【0075】図21は、基板1および2上にパッシブマトリクスアドレス電極構成が設けられた、別の構成例を示している。この場合、膜6は、z方向、すなわち表面に対して垂直方向に電気伝導を可能にする材料で形成される。膜6の平面方向における非導電性を、図21中において抵抗 $R_{xy}$ で表している。このような構成により、単一の装置アドレス構成により、絶縁性膜の容量122にともなう電圧または電界の損失なしに、2つの層の画素の独立したアドレスが可能にされる。

【0076】2つの層を同時にアドレスするための単一

のアクティブアドレス構成を設け、基板1および2の一方がアクティブマトリクス基板であり、他方が共通電極接続を提供するようにしてもよい。この場合、膜6は図19に示すように絶縁性であってもよく、あるいは、図21に示すようにz方向に導電性であってもよい。

【0077】前述のように、膜6を延伸することにより適切な液晶配向を提供してもよい。ただしこれは一般にコーティングされていない膜が用いられる場合にのみ可能である。別法として、膜に配向材料をコーティングしてラビング処理することにより所望の液晶配向を提供してもよい。例えば、ホメオトロピック配向を提供するように膜をコーティングしてもよい。

【0078】また、膜6は、装置が要求する特定の光学的特性を提供するようにも構成され得る。例えば、膜は光のリターデーション、複屈折性、または偏光を提供するように構成されてもよい。

【0079】さらに、膜6の片面または両面上に適切なアドレス電極構成を設けることにより、個々の液晶層にパッシブアドレスを行うこともできる。例えば、膜6の少なくとも片面にBayer AGから販売されているBaytron（登録商標）として公知の材料による導電性コーティングを行うことによって、図20に示すような導電性層を提供してもよく、あるいは導電性層の適切なパターンニングによりパッシブアドレスを提供してもよい。

【0080】膜は基板から実質的に等しく離されて設けられる必要はなく、一方の基板よりも他方の基板の方に近く位置されてもよい。従って、膜の両面上の画素のスイッチング特性を異ならせ得、例えば画素が実効的に直列になるように両画素にまたがって電極から電界を印加することにより、これらの画素にアドレスを行ってもよい。

【0081】前述のように、膜6はその全体にわたって壁部4および5に対して接合されてはいず、その端部において実効的に接着され、かつ壁部3および5の交差部7に挟まれた部分において保持あるいは留められる。しかし、壁部3および5を膜6に接合してもよい。例えば、壁部3および5がDow Chemicals社から販売されているCyclotene（登録商標）から形成される場合、装置の組立後（例えば図5（a）に示すように）、昇温でソフトキュア（soft cure）を行うことにより、壁部3および5を膜6に接合してもよい。別法として、例えば犠牲基板に接着剤の薄層をコーティングしてこの基板を壁部3および5の端面に接触して置くことにより、壁部3および5の対向する端面に紫外線硬化性接着剤をコーティングしてもよい。犠牲基板を除去し、セルの組立後、紫外線照射を用いて壁部3および5を膜6に固定する。

【0082】図6は、図1を参照して前述したように基板1および2、壁部3および5、膜6、ならびに液晶層8および9を有する、別の液晶装置を示している。ただし図9に示す装置は、壁部26を提供するようにリブ状

10

20

30

40

50

にされた追加的な膜25を有する点において図1に示すものとは異なる。リブ状膜25は、壁部5と膜6との間に設けられ、壁部26が膜6と膜25とを分離することにより第3の液晶層27を形成している。

【0083】壁部26は、その長軸方向が壁部3および5の長軸方向に対して直交するように方向付けられている。従って、膜6は、壁部3と壁部26との間において交差部により留められ、膜25は、壁部5と壁部26との間において交差部により留められる。従って、膜6および25の両方とも前述のように良好に支持されており、比較的物理的に強い構造を有する3層装置を提供する。

【0084】リブ状膜25は、壁部3について説明したように、ポリイミドなどの任意の材料から形成され得る。壁部26は前述のようなフォトリソグラフィ技術により形成され得る。あるいは、壁部26は膜25にエンボス加工を行うなどの、機械的技術によっても形成され得る。

【0085】図7は、図6に示す、片面にのみ壁部26が設けられたリブ状膜25の断面図を示す。図1に示す膜6ならびに壁部3および5の組のうちの一方の代わりに、このような膜を用いてもよい。図7はまた、上述のようにエンボス加工などにより壁部26および26'が両面に設けられた、リブ状膜25'も示している。壁部26および26'は平行であり、各壁部26が対応する各壁部26'に対向しているように示している。このような構成を図6の装置において用い得る（壁部5の代わりに壁部26'で置き換える）。ただし、両面リブ状膜25'の支持をさらに良好にするためには、好ましくは壁部26'を壁部26に対して直交に方向付けることにより、組み立てられた装置において膜25'を留めるようにする。

【0086】基板上ではなく膜上に壁部を形成する方がより便利な場合は、図7に示す装置の壁部3および5、膜6および25、ならびに壁部26の代わりに片面膜25および両面膜25'を用いてもよい。同様に、図1において、壁部3および5ならびに膜6の代わりに、両面膜25'を用いてもよい。

【0087】理論的には、適切な数の膜および適切な数の壁部の組を設けることにより、任意の数の液晶層を提供することができる。必須ではないが、例えば平行な壁部26および26'を有する膜25'について前述したように、各膜の両面上の壁部の長軸方向がゼロでない角度、好ましくは実質的に90°で交差することが好ましい。これにより、膜をその両面上の壁部の交差部において適切に固定あるいは留めることにより、物理的に強い構造が提供される。

【0088】（実施形態2）図8に示す液晶装置は、例えばガラスなどからなる上側基板31および下側基板32を有する。上側基板31上には電極36および配向層

37が、そして下側基板32上には電極38および配向層39が、それぞれ形成されている。フレキシブル膜33（例えばDuPont社から販売されているマイラー（登録商標）として知られるポリエチレンテレフタレートなどのポリエステル（1ミクロン厚の膜）により、セルは液晶材料40を含有する上側層および液晶材料41を含有する下側層に分割されている。あるいは、膜33は、後述のように毛管作用による充填を可能にするほどフレキシブルになるように十分薄くされた、ガラスから形成されてもよい。膜33の端部は、予め作製された膜サスペンションの形態である端部支持体34および35によって支持されている。層に液晶材料を充填することを可能にするために、支持体34および35に充填孔を設けてもよい。

【0089】図8に示す装置を製造するために、例えばアクティブまたはパッシブマトリクスアドレス構成およびカラーフィルタを含むように、基板31および32を従来技術によって形成する。フォトリソグラフィおよびスクリーン印刷などの標準的な堆積技術を用いて、所定の高さを有する（例えば1〜20ミクロン）重合性材料（ポリアミドまたはエポキシなど）のフレームを堆積する。材料は、各基板上の、サスペンション34および35によるシールが形成される部位近くに堆積される。またフレームは、最終組立後にパネルに液晶材料を充填することを可能にするための開口部を有している。次に、重合性材料を高温および/または紫外線照射を用いて少なくとも部分的に硬化することにより、後の組立段階における圧力に耐え得るようにする。

【0090】一方の基板（基板31など）を垂直にマウントし、膜33を基板にわたって延伸(stretch)する。次いで第2の基板を膜に接触するように設置し、基板31および32の両フレームが重なってその間に膜33を固定するようにする。

【0091】次に、膜の両面上にフレームに沿って接着剤を塗り、気密性の障壁を形成するように硬化することにより、装置の外側シールを形成する。次に真空下において（好ましくはパネルを垂直方向に置く）、装置に液晶を充填する。二つの層は同時に充填される。充填孔を次に封止する。

【0092】液晶装置の高レベルのロバスト性(robustness)が要求されない用途においては、膜33の支持は、液晶層40および41ならびに膜34および35の端部支持体によって十分に提供される。しかし、膜のより物理的に強い支持が必要な場合には、これは以下のように達成し得る。

【0093】図1の括弧中に示すように、本実施形態における液晶層40および41は、液晶材料中に溶解されたプレポリマーを含有する。適切なプレポリマーの例は、アクリレートおよびチオレンである。例えば、プレポリマーは、Aldrich Co.から販売されているヘキシル

アクリレートまたは4,4'-ビスアクリロイル-ビフェニルを含有していてもよい。プレポリマーは好ましくは、液晶／プレポリマー混合物の5～10重量パーセントを占めるが、実際の割合は、密度およびサイズならびに後述の相分離後のポリマー特性に依存する。混合物はさらに、Aldrich Co.から販売されているベンゾインメチルエーテル（混合物の2重量パーセントの）などの、光重合開始剤を含有する。

【0094】装置は前述のように組み立てられた後、マスク49を介して紫外線48の照射を受ける。マスク49の有する開口部の位置、サイズおよび形状が、層40および41中の支持体の位置、サイズおよび形状を決定する。あるいは集束されたビームで装置を照射してもよい。プレポリマーは、露光された領域において重合することにより、層40および41中において相分離が起こる。このように、膜33の支持体は、層40および41中における位置の揃った複数の対として形成される。

【0095】得られる構造を図9に示す。紫外線は液晶層40および41中を実質的に直進するため、層40中の各支持柱は層41中の対応する支持柱と正確に位置が揃う。このような支柱42のアレイが、装置全体にわたって、例えばイメージの表示に用いられない領域などに形成される。このように膜33が装置全体にわたって支持されることにより、振動や圧力などの機械的応力に対する抵抗が増加する。

【0096】図9は支柱42の形態の支持体を示しているが、任意の適切な形状およびサイズの支持体が設けられ得る。例えば、支持体は壁部または正方領域の形態であってもよく、また、装置の中でアクティブであることが要求されない領域（例えば画素の間など）に好ましくは位置される。

【0097】このような装置の作製方法の一変形例において、標準的な基板の一方だけにフレームを設ける。そして膜33をこの基板と他方の平面基板との間に挟持し、前述のように毛管作用によってキャビティを充填する。

【0098】本方法の別の変形例において、各基板上のフレームの形成後に、New Brunswick, New JerseyのNorl and Optical Adhesive Co.から販売されているNOA65などの接着剤の薄層（例えば厚さ1ミクロン未満）を、転写ガラスシートから堆積する。残りの工程は前述の通りである。

【0099】図10は、前述の方法によって作製された装置の可能な用途を示す。この装置はパッシブアドレス型であり、電極36が透明列電極（インジウム-錫酸化物（ITO）などからなる）を構成している。電極38が同様に、ITO行電極を構成している。層40の液晶材料は、右回りのコレステリック液晶材料からなり、層41の液晶材料は、左回りのコレステリック液晶材料からなる。層40および41の液晶材料は同じヘリカルピ

ッチを有するが、反対回りである。黒色塗料45の層が、基板32の底面に形成されている。

【0100】適切な液晶材料の一例は、Merck UK Ltd.から販売されているBL037である。層40および41は、R-1,1'-ビナフチル-2,2'-ビス（4'-ベンチル-4-ビフェニルエステル）およびS-1,1'-ビナフチル-2,2'-ビス（4'-ベンチル-4-ビフェニルエステル）を、それぞれ3.7重量%添加することによって形成される。このような混合物は、反射状態にあるとき、緑色光を反射する。

【0101】パッシブマトリクスアドレス電極36および38は、基板31および32の間の、位置揃えされた複数の画素対を規定する。各画素対は、暗状態または明状態に制御され得る。暗状態において、画素対は、周辺光46を黒色塗料45に透過させてここで光は実質的に完全に吸収される。明状態において、層40および41中の各対の上側画素および下側画素は、それぞれ右回り円偏光および左回り円偏光（47として示す）を、同じ波長帯域で反射する。従って装置は、吸収フィルタを用いることなく、比較的明るい反射カラーディスプレイを提供するように構成され得る。

【0102】装置には、様々なアドレス構成が設けられ得る。例えば、図3に示す実施形態におけるように、膜33は電氣的に絶縁性であってもよく、この場合基板31および32上のアドレス構成を用いて、液晶層40および41中の画素対を直列にアドレスする。別の構成においては、膜37の少なくとも一方の面に、例えばITO層を適用することにより導電性を付与する。基板31および32の一方または両方にアクティブマトリクスアドレス構成を設け、これに対して膜33上の各導電性層が共通電極を提供する。あるいは、膜37の片面または両面に導電性電極片を設け、これらの導電性電極片が基板31および／または32上の直交する電極片と協働して、その間の液晶層のためのパッシブマトリクスアドレス構成を形成する。さらに、膜33に、液晶層用の1つ以上の配向層を設けるか、延伸されることにより液晶配向を提供する材料を含有するようにしてもよい。例えば、膜33をコーティングすることにより、ホメオトロピック配向を提供してもよい。

【0103】図8～10に、本発明の実施形態を構成する基本的装置を示したが、これらの図面は、装置の多くの用途において必要とされ得るその他の構成要素を示していない。例えば、これらの装置の多くの用途において、1つ以上の偏光子の存在が必要とされる。また、カラーディスプレイにおいて、カラーフィルタが一般に必要とされる。このような構成要素は、図8～10に示す多層液晶「セル」の内部に含められてもよく、あるいは外部に設けられてもよい。

【0104】膜33が電氣的に絶縁性であるようなパッシブアドレス構成の場合の、2つの隣接する画素（画素101および画素102と示す）の等価回路を図19に

示す。(実施形態1)の場合と同様に、上側および下側の液晶層は、近似的に容量120および121として作用し、両層を分離する膜33もまた容量122として作用する。このように絶縁性膜33は各対における2つの画素を容量結合し、強誘電性液晶(FLC)または反強誘電性液晶(AFLC)などの電圧依存双安定液晶の場合において2つの層の独立的なアドレスを可能にする。

【0105】基板31および32の上にアクティブマトリクスアドレス構成が設けられる場合、(実施形態1)と同様に、図20に示すように、膜33は導電性のものを有するかあるいは、例えばBayer AGから販売されているBaytron(登録商標)として公知のポリチオフェン誘導体を含む材料を片面または両面にコーティングすることによって導電性を付与されてもよい。これにより、2つの層中の画素の独立的なアドレスを提供することが可能になる。

【0106】図21は、基板31および32上にパッシブマトリクスアドレス電極構成が設けられた、別の構成例を示している。(実施形態1)と同様に、膜33は、z方向、すなわち表面に対して垂直方向に電気伝導を可能にする材料で形成される。膜33の平面方向における非導電性を、図21中において抵抗 $R_{xy}$ で表している。このような構成により、単一の装置アドレス構成により、絶縁性膜の容量122にとまなう電圧または電界の損失なしに、2つの層の画素の独立的にアドレスが可能にされる。

【0107】2つの層を同時にアドレスするための単一のアクティブマトリクスアドレス構成を設け、基板31および32の一方がアクティブマトリクス基板であり、他方が共通電極接続を提供するようにしてもよい。この場合、膜33は図19に示すように絶縁性であってもよく、あるいは、図21に示すようにz方向に導電性であってもよい。

【0108】膜33は、特定の光学的特性を提供するように構成され得る。例えば、膜33は光のリターデーション、複屈折性、または偏光を提供するように構成されてもよい。

【0109】層40および41の液晶材料は、膜33を基板31および32の中間位置に位置することを可能にするような特性、あるいは、一方の基板の方に近く位置することを可能にするような特性を有し得る。例えば、これは2つの層の液晶材料の密度を変化させることによって達成し得る。

【0110】上記説明において液晶材料の層への充填は真空下で行われるものとしたが、充填は純粋に毛管力によって行われてもよい。例えば、製造中に形成される各フレームは、毛管力による充填のみを可能にするような1つ以上の開口部を有していてもよい。

【0111】(実施形態3)図11に示す液晶装置は、例えばガラスで形成された標準的な基板51を有する。

基板51の内面51'上には、パッシブマトリクスアドレス構成またはアクティブマトリクスアドレス構成用(後述)の電極などの、様々な層(図示せず)が設けられている。これらの様々な層の上に、配向層が設けられている。複数の平行かつ等間隔に設けられた壁部が、複合基板の内面51'から延びている。壁部は、異なる高さを有する2つの組として構成され、第1の組の壁部(例えば壁部52)が第2の組の壁部(例えば壁部53)よりも高いように構成される。ここで高さとは、基板の内面51'に対して測定している。

【0112】基板51と同じタイプであり得るさらなる標準的な基板54が、液晶装置の反対側に設けられている。基板54上には、適切なアドレス構成および任意に配向層(図示せず)が設けられている。複合基板の内面から2組の壁部(第3の組および第4の組)が延びており、第3の組の壁部(例えば壁部55)が壁部52と同じ高さであり、第4の組の壁部(例えば壁部56)が壁部53と同じ高さであるように構成される。

【0113】第1の基板51上の壁部52、53および第2の基板54の壁部56、55の対向する端部の間に、薄膜57が保持されている。膜は例えば、1 $\mu$ m厚のポリエステル薄膜(例えばポリエチレンテレフタレート系)を包含し得る。そのような材料の例としては、DuPont社から販売されているマイラー(登録商標)またはHoechst社から販売されているHostaphan(登録商標)がある。あるいは、膜57はガラス製であってもよい。膜57は、基板51および54の間の容積を、液晶材料が充填された2つの層(液晶層LC1およびLC2)に分割する。2つの層LC1およびLC2の液晶材料は、液晶装置の用途に応じて、同じタイプであっても異なるタイプであってもよい。壁部52および53ならびに同様に壁部55および56の高さが異なるため、液晶層LC1およびLC2は、一定でない厚さを有する。これを例えば双安定液晶材料とともに用いることにより、中間調のアナログアドレスを可能にし得る。

【0114】膜57は、電気的に絶縁性であってもよい。この場合、基板51および54上のアドレス構成を用いて、液晶層LC1およびLC2内の画素を直列でアドレスし得る。別の構成において、例えばインジウム-錫酸化物(ITO)層を設けることにより、膜57の少なくとも1つの面に導電性が付与される。基板51および54の一方または両方にアクティブマトリクスアドレス構成を設け、膜57上の少なくとも1つの導電層をその共通電極としてもよい。あるいは、膜57の片面または両面にストリップ状の導電性電極を設け、これらの電極が基板51および/または54上の直交方向のストリップ状電極と協働することにより、パッシブマトリクスアドレス構成を形成してもよい。さらに、膜57に、液晶層のための配向層を1つ以上設けてもよい。このような構成をより詳しく後述する。

【0115】図12に示す装置は、壁部52が壁部55より高く、壁部53が壁部56より高くなっている点において、図11に示すものとは異なる。図11に示す実施形態と同様に、壁部の端面が当接して膜57を支持するように、壁部53の高さと壁部55の高さとの和を、壁部52の高さと壁部56の高さとの和と等しくすることが必要である。この場合、上側液晶層LC1は、下側液晶層LC2よりも大きい平均厚さを有する。この構成は例えば、膜57が電氣的に絶縁性であり、2つの層LC1およびLC2中の画素が基板51および54上のアドレス構成によって直列にアドレスされる場合に用いられ得る。画素厚が異なることにより、2つの層LC1およびLC2中の画素を、互いに独立にアドレスするとが可能になる。特に、しきい値がセル厚に非線形に依存するような液晶システムにおいて、各層のスイッチングしきい電圧を異ならせ得る。

【0116】図13は、図11に示すタイプの装置において、液晶層LC1およびLC2の画素を直列にアドレスするためのパッシブアドレス構成を設けた装置を示す。基板51には、ストリップ状電極60（長手方向が図面の平面上に延びている）が設けられている。電極60は配向層61で覆われている。同様に、基板54にはストリップ状電極62（図面の平面に対して直交方向に延びている）が設けられている。電極62は配向層63で覆われている。

【0117】膜57は、電氣的に絶縁性であり、液晶層LC1およびLC2を分離する役目を果たす。ただし、例えば製造中の延伸処理または適切な配向層（図示せず）でコーティングすることにより、膜57に液晶配向特性を付与し得る。

【0118】図13に示す装置において、層LC1およびLC2中の「垂直方向に」隣接する画素は、ストリップ状電極60および62の同じ重複領域によってアドレスされる。これらの画素は従って、用いられる液晶材料の特性に依存して、一緒にまたは独立にスイッチングされ得る。

【0119】図14は、パッシブマトリクスアドレス構成を用いることにより2つの層中の画素を互いに独立にアドレスすることを可能にする装置を示している。基板51および54上には、ストリップ状電極60、62および配向層61、63の同じ構成が設けられている。ただし膜57上には、電極60および12と協働する電極構成が設けられている。膜57の上面には、図面の平面に対して直交方向に延びるストリップ状電極64が設けられている。電極64は配向層65によって覆われている。同様に、膜57の下面には、図面の平面に対して平行に延びるストリップ状電極66が設けられている。電極66は配向層67によって覆われている。

【0120】液晶層LC1およびLC2中の画素はこのように互いに対して独立に配向されかつ独立にアドレス

される。

【0121】図15に示す装置は、両液晶層LC1およびLC2中の画素が共通のアクティブマトリクスアドレス構成によってアドレスされる点において、図13に示したものと異なっている。基板51上には、配向層61に覆われた平面電極68が設けられており、基板54は、標準的な薄膜トランジスタ（TFT）基板を構成している。各画素は、画素電極70および列アドレス電極および行アドレス電極（図示せず）に接続された、薄膜トランジスタ69によって制御される。このように、2つの液晶層LC1およびLC2中の隣接する画素は、共通のアドレス電極70を共有し得、層LC1およびLC2の液晶材料の性質に依存して一緒にあるいは独立に制御され得る。

【0122】図16に示す装置は、層LC1およびLC2の画素の独立なアドレスを可能にするための2つの独立なアクティブマトリクスアドレス構成が提供される点において、図15に示したものと異なっている。この装置において、基板54は図15に示したものと同一タイプであり、基板51は、画素電極72を制御する薄膜トランジスタ71を有する標準的な薄膜トランジスタ基板も包含している。図15の絶縁膜57の代わりに、例えば導電性コーティングを片面または両面に設けられた導電性膜57を設けている。図15に示す膜57には（図13を参照して説明したように）液晶配向特性を付与し得るのに対して、図16の膜57には配向層（図示せず）をコーティングすることにより液晶配向を提供し得る。

【0123】膜57は壁部52、53および55、56によって間隔を離されているように説明したが、他の構造により膜間隔および膜支持を実現することも可能である。例えば、壁部は連続的である必要はなく、単に複数個の壁の一部分を構成しているだけでもよい。また、壁部ではなく、位置合わせされた支柱を基板51および54の上に設けることにより、膜57の膜間隔および膜支持を実現してもよい。さらに、壁部52、53、55、56が基板51および54上に形成されている構成を上記に説明し、以下にそのような壁部を作製する方法を説明するが、壁部またはその他の形態のスペーサを例えばスタンピングまたはエンボス加工により膜57上に形成してもよい。

【0124】膜57はまた、光学的機能を実現してもよい。例えば膜57は、装置の要求に応じて、偏光子として作用してもよく、あるいはリターデーションを提供してもよい。

【0125】図11から16は、本発明の実施形態を構成する基本的な装置を示している。ただし、これらの図面は、装置の多くの用途において必要になり得る他の構成要素は示していない。例えば、これらの装置の多くの用途において、1つ以上の偏光子の存在が要求される。



また、カラーディスプレイの場合、カラーフィルタが一般に必要である。そのような構成要素は、図11から図16に示す多層液晶「セル」の内側に含まれてもよく、あるいは外側に設けられてもよい。

【0126】図11から16に示す装置において、装置全体にわたり基板51および54に対して傾きを有する膜57を示している。しかし、装置のある領域においては膜57が傾斜しておりまた別の領域においては基板51および54に対して平行であるように、壁部52、53、55、56またはその他のスペーサを構成してもよい。

【0127】図17および18は、基板上に壁部を形成する方法を示す。便宜上、基板51をパッシブマトリクスアドレス形態で示している。しかし、任意の他のタイプの基板に対しても、異なる高さを有する壁部またはその他のタイプのスペーサを形成するための同じ方法を用い得る。

【0128】図17(a)は、ストリップ状電極60および配向層61を設けた基板51を示す。この構成は、例えば従来の液晶基板製造技術を用いて形成され得る。そのような技術は当該分野において周知であるため詳細には説明しない。

【0129】配向層61上に、例えばDow社から販売されているCyclotene（登録商標）4024または4026あるいはMicrolithography Chemical Corp.から販売されているEpon SU-8などのネガ形のフォトリソ材料をスピンコーティングすることにより、光により規定可能な(photo-definable)樹脂73を形成する。スピンコーティングは、光により規定可能な樹脂73の厚さを、小さな壁部53の高さを決定するように正確に制御することを可能にする。

【0130】コーティング後、マスク74を介して樹脂73に紫外線照射を行う。マスク74は、形成される壁部52、53のピッチに等しいピッチdを有する規則的なスリットのアレイを有している。照射後、未照射の領域を除去することにより、樹脂73の照射領域73'を残す。

【0131】次に、層73が除去された基板領域上の厚さが、高い方の壁部52の高さに実質的に等しくなるように、スピンコーティングにより同一の光により規定可能な樹脂の第2の層75を形成する。必要であれば、残りの照射領域73'をまず(全体的または部分的に)硬化することにより領域73''を形成してもよい。また、図17(f)に示すように、層73と同様にマスク76を介して紫外線照射を行う前に層25を予めベーキングしてもよい。マスク76もまた平行なスリットを有するが、2dに等しいピッチを有している。スリットはポリマー領域73''と位置揃えされることにより、未照射の材料が除去されたとき、残存する層75の部分が一つおきの領域73''の上に位置しており、同様に硬化されて

領域75''を形成する。

【0132】装置を完成させるために、2つの基板51および54を膜57の両側から組み合わせる。膜は適切なフレーム内においてびんと張った状態に保持されるが、望ましくない複屈折性を招くような延伸は発生しないようにされる。装置の端部は封止されるが、適切な液晶材料を充填するために基板51および54と膜57との間の領域に到達できるようにしておく。最後に、セルを充填し、完全に封止して、例えば標準的な液晶製造技術を用いて加工する。そのような技術は当該分野において周知であるため詳細には説明しない。

【0133】図17に示す壁部52、53を作製するための方法は、短い方の壁部53の高さが10μm未満であり、スピン法により第2の樹脂層75を堆積する場合において、好適に用いられる。図18に示す方法においては、図18(a)から18(c)に示す初期工程は図17(a)から17(c)に示す工程と同一であるが、マスク74を介した紫外線照射後の層73は、照射樹脂の領域73aおよび未照射樹脂の領域73bを含んでいる。この場合未照射樹脂73bは除去されず、図18(e)に示すように、光により規定可能な樹脂の第2の層75でコーティングされる。図18(f)に示す第2の紫外線照射工程は、図17(f)に示す工程と同じである。次に層73および75の未照射樹脂を除去することにより、図18(g)に示す構造を残す。

【0134】図18に示す方法において、壁部52、53は、多層液晶セルの組立前にのみソフトベーキングされ得る。このようなソフトベーキングされたポリマー壁部は、組立において接着剤を必要としないという利点を有する。膜57が基板51と54との間に位置するようにして、装置を例えば上述したように組立得る。次に注意深く圧力を加えることにより、装置を100℃より高い温度、好ましくは200℃より高い温度まで加熱する。この工程により、ポリマー壁部を熱硬化することにより、壁部が再び粘着性になって膜57に接合することが可能になる。

【0135】他の実施形態と同様に、このようなパッシブアドレス構成において、膜57は電氣的に絶縁性であってもよい。この場合の2つの隣接する画素(画素101および102として示す)の等価回路を図19に示す。本実施形態においても、上側および下側の液晶層はそれぞれ近似的に容量120および121として作用し、両層を分離する膜57もまた容量122として作用する。このように絶縁性膜57は各対における両画素を容量結合し、強誘電性液晶(FLC)または反強誘電性液晶(AFLC)などの電圧依存双安定液晶の場合において2つの層の独立的なアドレスを可能にする。

【0136】また、他の実施形態と同様に、本実施形態の基板51および54の上にアクティブマトリクスアドレス構成が設けられる場合も、図20に示すように、膜

57は導電性のものを用いるかあるいは、例えばBayer AGから販売されているBaytron（登録商標）として公知のポリチオフェン誘導体を含有する材料を片面または両面にコーティングすることによって導電性を付与されてもよい。これにより、2つの層中の画素の独立的なアドレスを提供することが可能になる。

【0137】図21は、基板51および54上にバッシュマトリクスアドレス電極構成が設けられた、別の構成例を示している。この場合も、他の実施形態と同様に、膜57は、z方向、すなわち表面に対して垂直方向に電気伝導を可能にする材料で形成される。膜57の平面方向における非導電性を、図21中において抵抗 $R_{xy}$ で表している。このような構成により、単一の装置アドレス構成により、絶縁性膜の場合の容量122にともなう電圧または電界の損失なしに、2つの層の画素の独立的にアドレスが可能にされる。

【0138】2つの液晶層LC1およびLC2を有する装置を上述に説明したが、これより多くの層を有する装置を作成することも可能である。例えば、予め構築されたポリマー膜（例えばエンボス技術により少なくとも一方の面上にスペーサが設けられた）を、壁部その他のスペーサが設けられた基板51および54の間に位置させることにより、3層構造の装置を形成し得る。ポリマー膜は第1の膜として作用し、ポリマー膜の片面上のエンボス加工が他方の膜からの間隔を保つように作用することにより、もう1つの液晶層が作製される。ただし、2層構造の装置は単に組み立ての際に膜57が壁部の間に把持されるように注意深く基板の位置合わせを行うことを必要とするだけなのに対し、3層構造の装置は、組立の際により複雑な位置合わせを必要とする。また、追加的な液晶層は、層LC1およびLC2において説明したのと同様に局所的に変化する厚さを有してもよく、あるいは均一な厚さを有してもよい。

【0139】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、多層構造の液晶装置において、適切に支持された膜によって分離された少なくとも2つの液晶層を有する装置を提供することができる。液晶層間に比較的薄い膜を用いることができるため、従来の単一液晶層からなる画素化セルをスタックすることに付随する視差の問題による視角制限を実質的に低減できる。また、本発明の構成によれば、より弾力的かつ機械的衝撃による損傷に対するロバスト性を大きくできる。

【0140】いずれの基板に対しても膜が全面積にわたって平行に設けられていない場合には、アナログ中間調のアドレスを提供することが可能である。また、膜が基板から実質的に対称的に離されていない場合、膜の両面に位置する画素のスイッチング特性は異なり得、例えば、そのような画素の両方に対して画素が実効的に直列になるように電界を印加する電極によって、アドレスさ

れ得る。

【0141】さらに、本発明の多層液晶構造を用いれば、平面内スイッチングについて、単一液晶層におけるスイッチングコントラスト比を増大できる。双安定または三安定液晶を用いる層の場合、電気光学的を用いて中間調能力を提供または拡張し得る。

【0142】また、本発明による液晶装置を作製する方法は比較的単純であり、各膜が第1または第2の基板から正しく離されることを確実にする。キャビティの充填後に紫外線への曝露により重合化できる液晶混合物を用いる場合には、ポリマーの支持体が得られ、異なる層における支持体の実質的に正確な位置揃えが可能であり、物理的に物理的に強い装置を作製するための、簡便かつ安価な技術が提供される。

【0143】これらの技術は、多くの異なる液晶システムに適用できる。例えばゲスト-ホスト色素液晶材料などを用いては、カラー液晶ディスプレイを提供してもよい。また、コレステリック液晶材料を用いれば、液晶材料の反対向きのらせん方向に従って両方の円偏光を反射することにより、反射率を単一液晶層装置に対して実質的に2倍にできる。あるいは、異なるヘリカルピッチを有するコレステリック液晶材料を用いるれば、反射光の波長範囲を拡張し得る。さらに、本構成によれば、多層バイナリー位相ホログラムを提供することできる。また、イメージ処理において、密着した2つの層の間に並列で情報を通すことも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のある実施形態を構成する液晶装置の概略図である。

【図2】図1の装置の壁部のレイアウトを示す、概略平面図である。

【図3】図1の装置を作製するための方法を示す、一連の断面図である。

【図4】図1の装置を作製するための別の方法を示す、一連の断面図である。

【図5】図1に示す装置を作製するための方法を示す図であり、(a)は組立工程、(b)は分割工程を示す。

【図6】本発明のある実施形態の他の液晶装置構成を示す概略図である。

【図7】図1または図9の装置において用いられる2つの膜の断面を示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態による方法に沿って作製された液晶装置の断面図である。

【図9】本発明の第2の実施形態による他の方法に沿って作製された装置の断面図である。

【図10】コレステリック液晶材料を用いる、本発明の第2の実施形態による方法に沿って作製された液晶装置の、概略断面図である。

【図11】本発明の第3の実施形態によるある構成の液晶装置を示す概略図である。



【図12】本発明の第3の実施形態による第2の構成の液晶装置を示す概略図である。

【図13】本発明の第3の実施形態による第3の構成の液晶装置を示す断面図である。

【図14】本発明の第3の実施形態による第4の構成の液晶装置を示す断面図である。

【図15】本発明の第3の実施形態による第5の構成の液晶装置を示す断面図である。

【図16】本発明の第3の実施形態による第6の構成の液晶装置を示す断面図である。

【図17】(a)～(g)は、本発明による、例えば図13および図14などに示すタイプの装置のための基板を製造する方法における、異なる段階を示す断面図である。

【図18】(a)～(g)は、本発明による、例えば図13および図14などに示すタイプの装置のための基板を製造する方法における、異なる段階を示す断面図である。

【図19】図19は、あるタイプの膜について、本発明による装置の2つの画素の簡略化した等価回路を示す図である。

【図20】図20は、あるタイプの膜について、本発明による装置の2つの画素の簡略化した等価回路を示す図である。

【図21】図21は、あるタイプの膜について、本発明による装置の2つの画素の簡略化した等価回路を示す図である。

【符号の説明】

- 1、2 基板
- 3、5 壁部
- 4 内面
- 6 膜
- 7 交差部

\* 8、9 液晶層

10 ポリイミド

11、12 フォトリソグ

13、15 エッチングされたポリイミド、ポリイミド棒状部

14 金属

17、18 接着剤

25 リブ状膜

26 壁部

27 液晶層

31、32 基板

33 膜

34、35 予め作製された膜サスペンション

36、38 電極

37、39 配向層

40、41 液晶(+プレポリマー)

42 膜支柱

45 黒色塗料

46 周辺光

48 紫外光

49 紫外マスク

51、54 基板

57 膜

60、62、64、66、68 電極

61、63、65、67 配向層

70、72 画素電極

73、75 樹脂

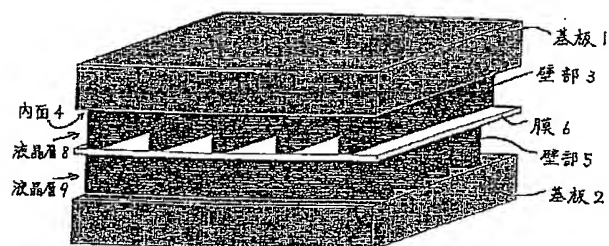
74、76 マスク

101、102 画素

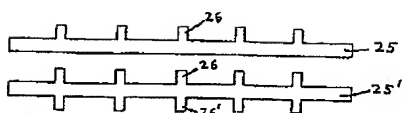
30 120、121、122 容量

\*

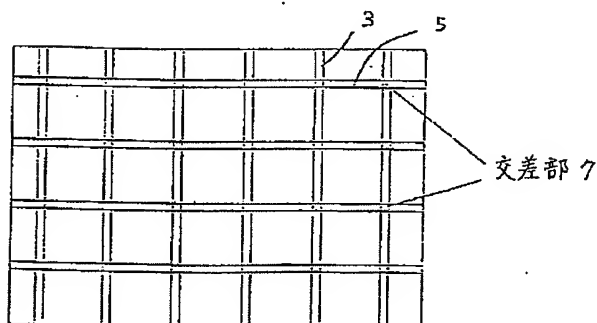
【図1】



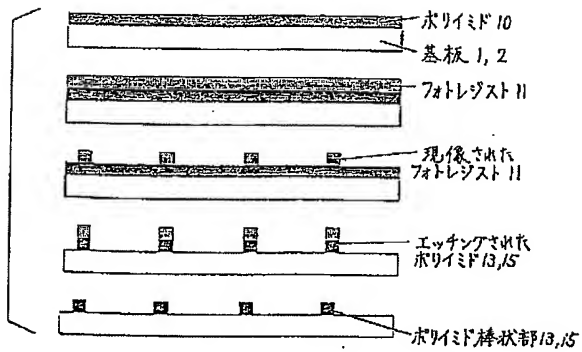
【図7】



【図2】

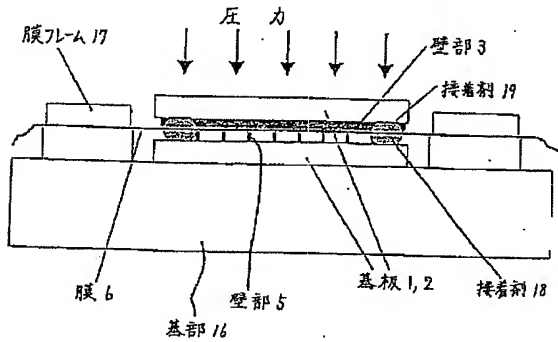


【図3】

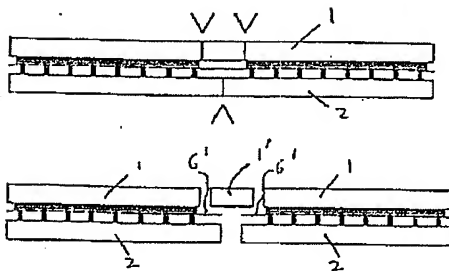


【図5】

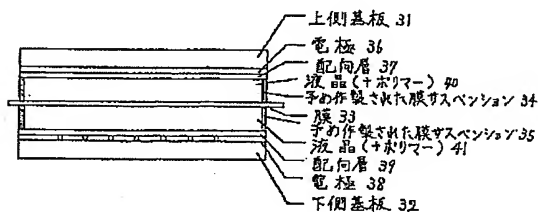
(a)



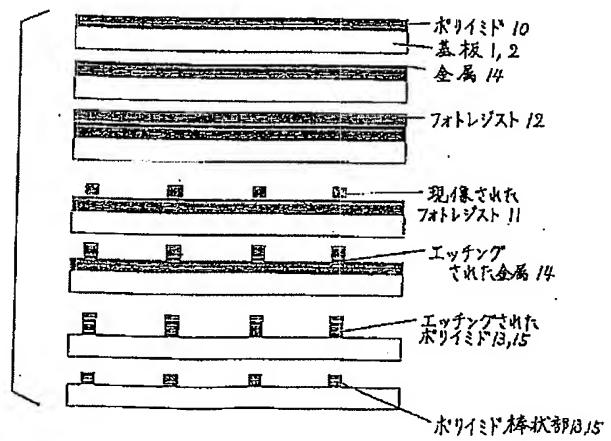
(b)



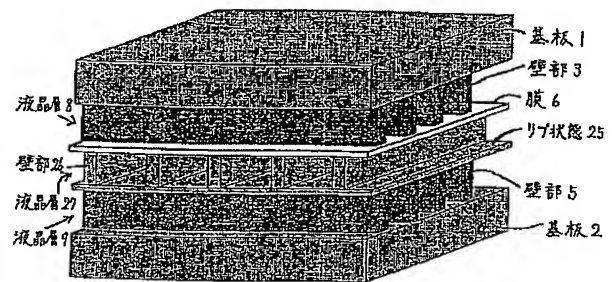
【図8】



【図4】



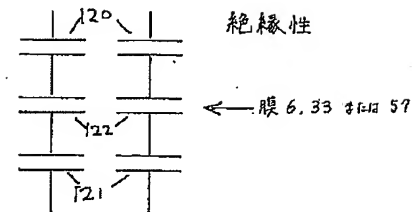
【図6】



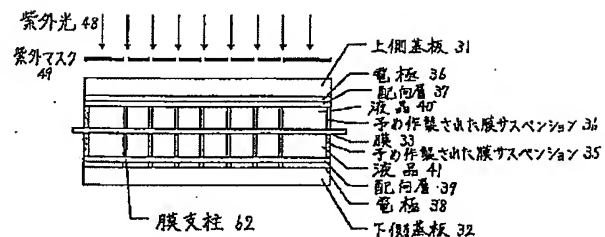
【図19】

画素101

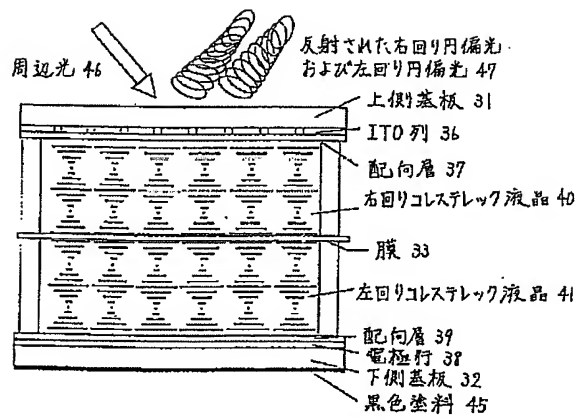
画素102



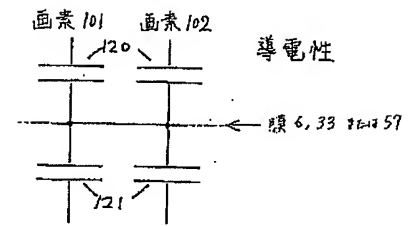
【図9】



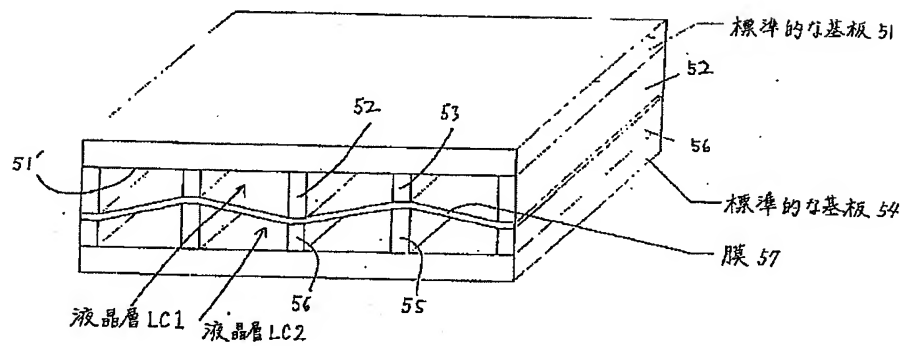
【図10】



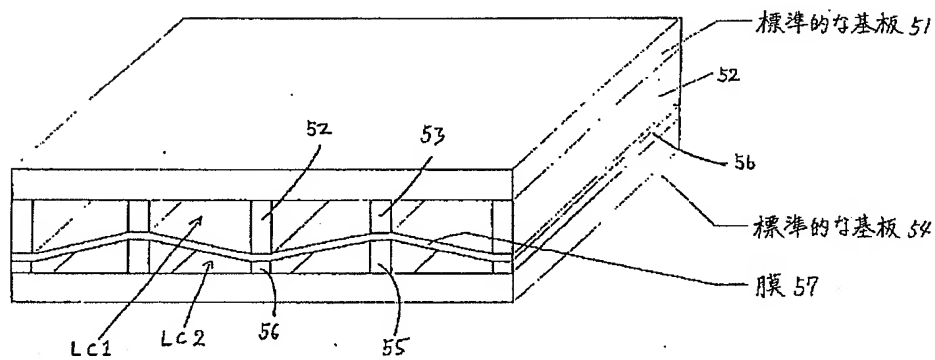
【図20】



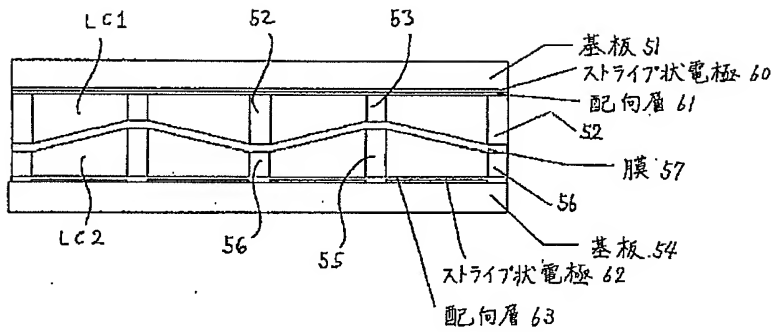
【図11】



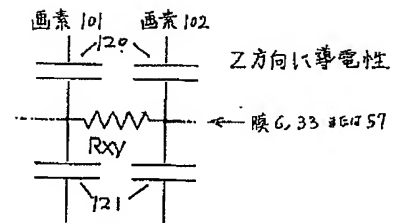
【図12】



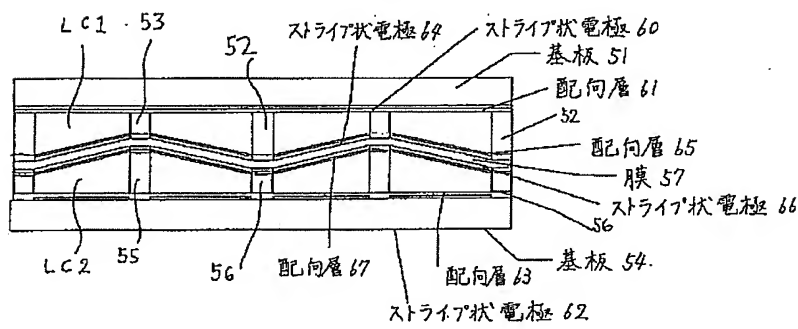
【図13】



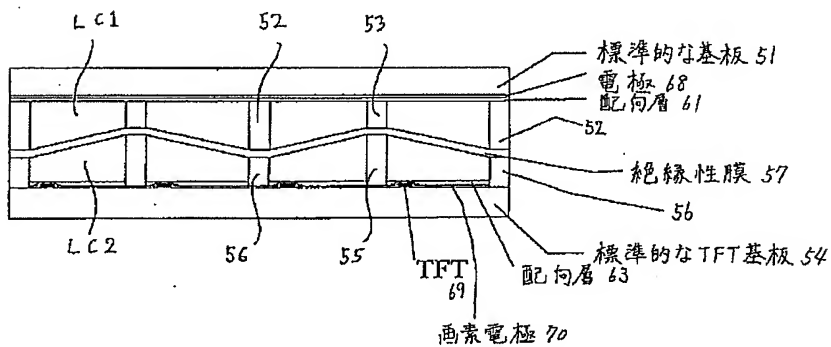
【図21】



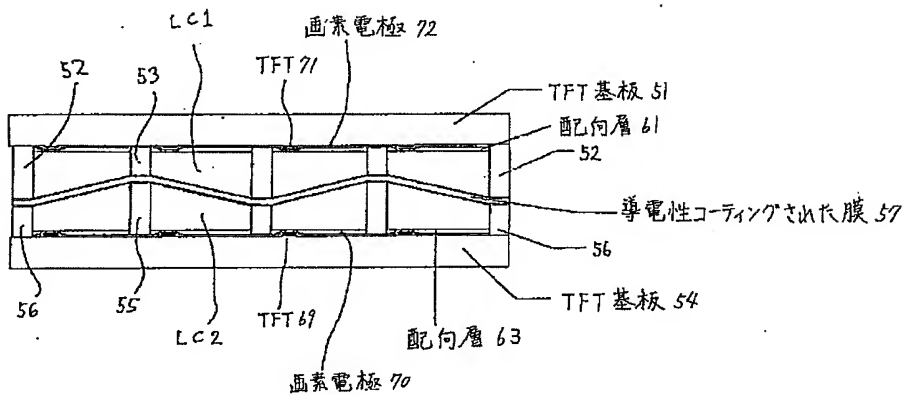
【図14】



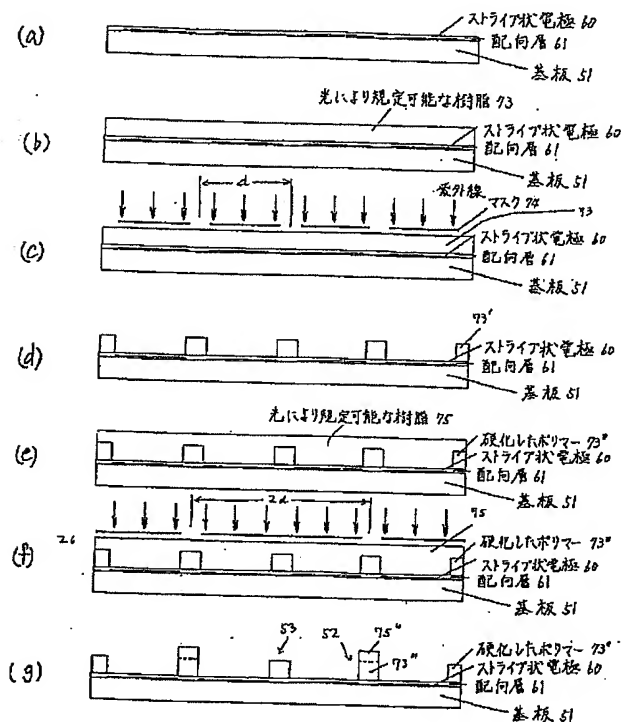
【図15】



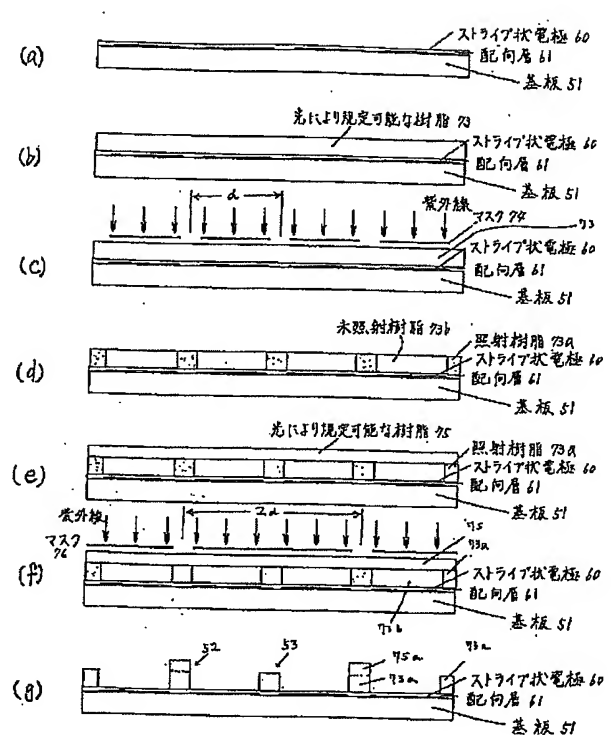
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル ゲラント ロビンソン  
イギリス国 オーエックス44 7ユーユー  
オックスフォードシャー, スタドハン  
プトン, ニューイングトン ロード,  
ブルックハンプトン コテージズ 1

(72)発明者 ヘニング モルセン  
イギリス国 オーエックス2 0ディーエ  
フ オックスフォード, ヘレン ロード